This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

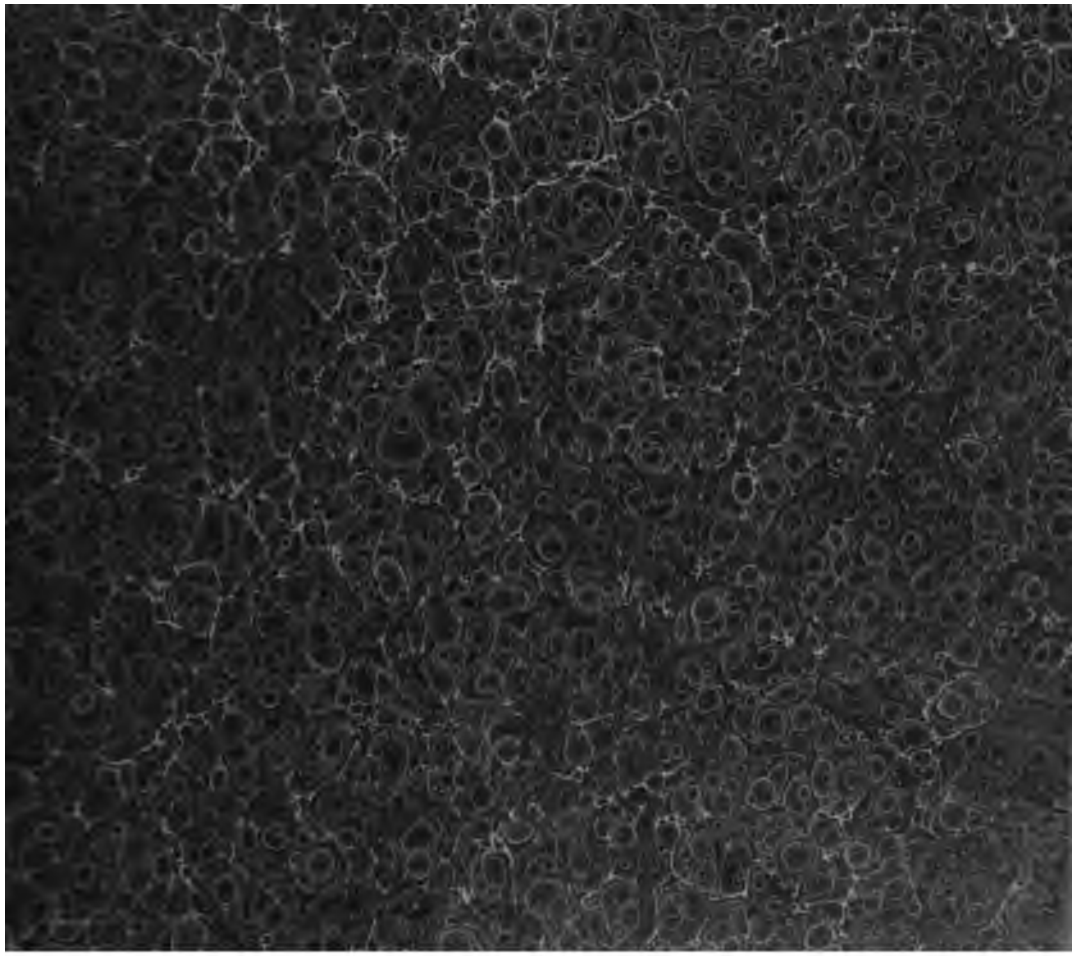
À propos du service Google Recherche de Livres

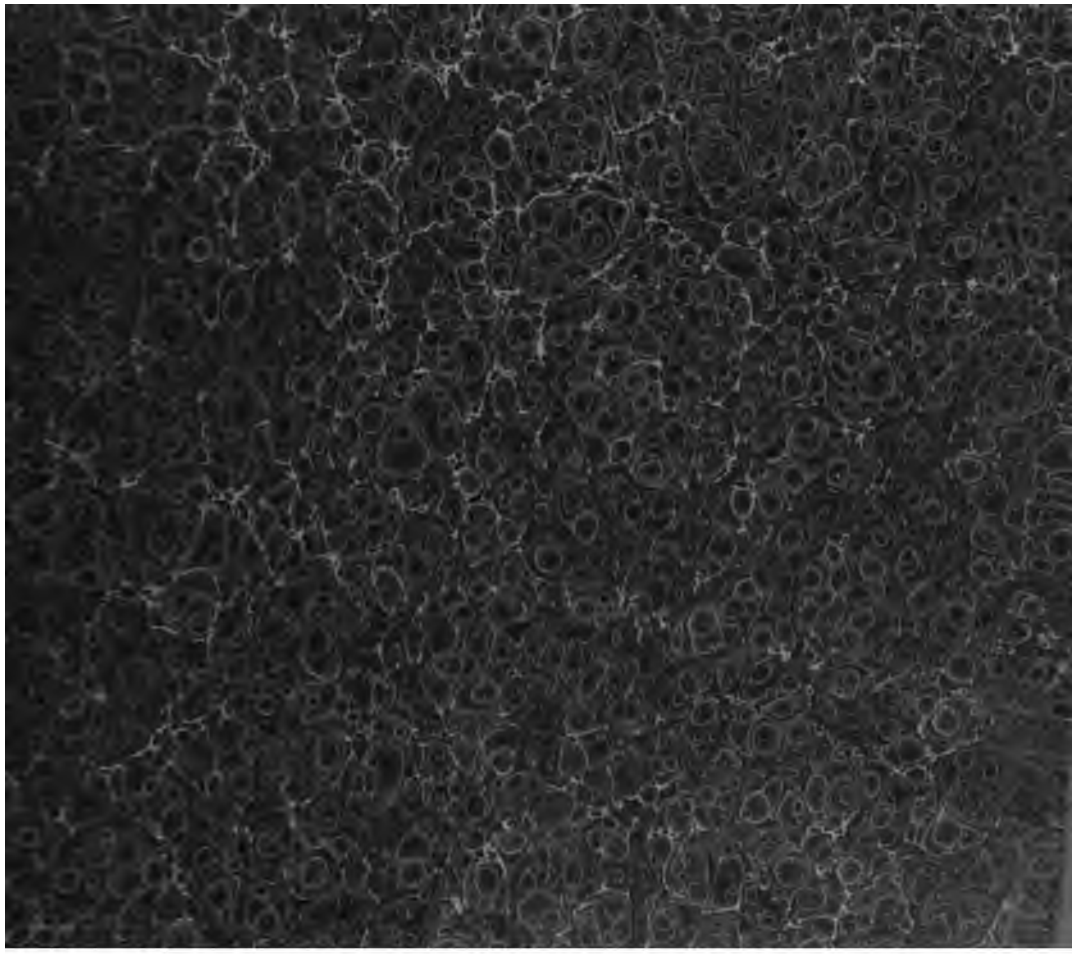
En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Stanford University Libraries
3 6105 001 208 391

The Branner Geological Library

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY





98164

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

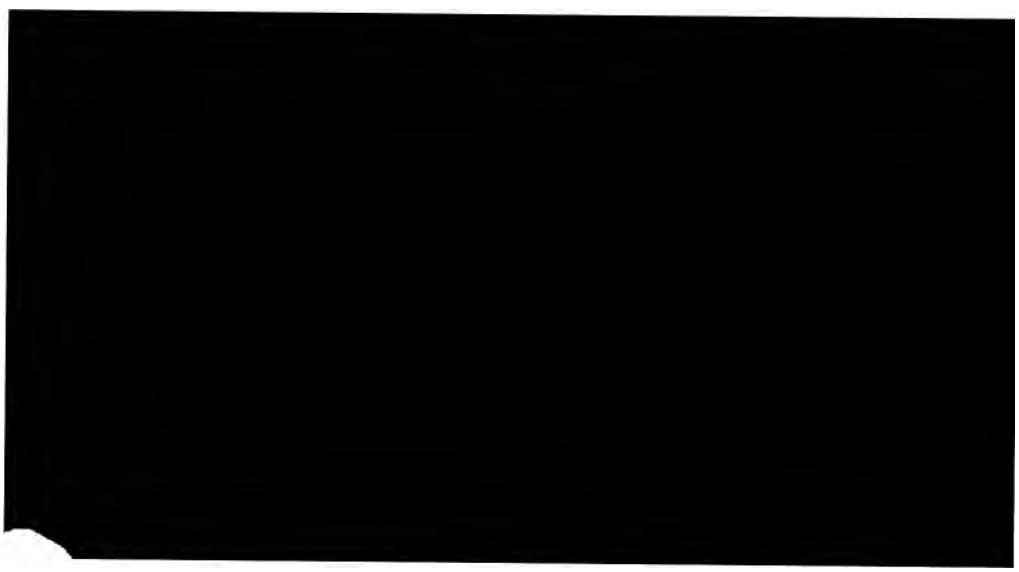
DE FRANCE

95164.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LILLE. — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-ET-UNIÈME

1893

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1893

COMPTE-RENDU

DES

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

N° 1 Séance du 9 Janvier 1893

PRÉSIDENCE DE M. BERGERON, VICE-PRÉSIDENT.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce trois présentations.

Il est procédé au vote pour l'élection du Président de la Société.

M. Zeiller, ayant obtenu 115 voix sur 153 votants, est proclamé Président pour l'année 1893.

Puis sont élus successivement :

Vice Présidents : MM. Gosselet, de Grossouvre, Carez, Chaper.
Trésorier : M. Léon Janet.
Membres du Conseil : MM. Michel Lévy, Douvillé, de Lapparent, Bergeron, Schlumberger.

Par suite de ces élections, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1893, de la manière suivante :

Président : M. Zeiller.

Vice-Présidents :

M. Gosselet | M. de Grossouvre | M. Carez | M. Chaper

Secrétaires :	*Vice-Secrétaires* :
M. Dereims, pour la France.	M. Cayeux.
M. Thiéry, pour l'Etranger.	M. Léon Bertrand.

Trésorier : M. Léon Janet. | *Archiviste* : M. Em. de Margerie.

Le Compte-rendu des Séances paraît deux fois par mois.

Membres du Conseil :

M. M. Bertrand.	M. Cotteau.	M. Douvillé.
M. Fischer.	M. Haug.	M. de Lapparent.
M. Gaudry.	M. Pellat.	M. Bergeron.
M. Munier-Chalmas.	M. Michel Lévy.	M. Schlumberger.

Dans sa séance du 23 janvier, le Conseil a fixé de la manière suivante la composition des Commissions pour l'année 1893 :

1° *Commission du Bulletin* : MM. Marcel Bertrand, Bergeron, Munier-Chalmas, de Lapparent, Douvillé.

2° *Commission des Mémoires* : MM. Gaudry, Bertrand, Carez.

3° *Commission de Comptabilité* : MM. Parran, Fayol, Schlumberger.

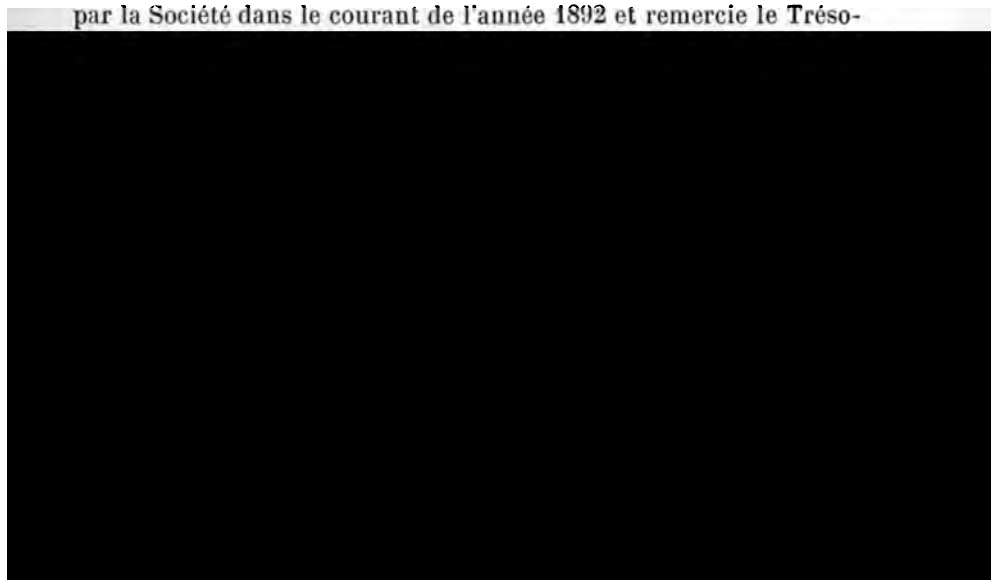
4° *Commission des Archives* : MM. Munier-Chalmas, Douvillé, Haug.

N° 2 Séance du 23 Janvier 1893

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY, PUIS DE M. ZEILLER.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. **Michel Lévy**, avant de quitter le fauteuil de la présidence, adresse ses remerciements à la Société pour l'honneur qu'elle lui a fait ; il rappelle en quelques mots les importants travaux publiés par la Société dans le courant de l'année 1892 et remercie le Tréso-



l'ont précédé, de remplir de son mieux les fonctions qui viennent de lui être confiées.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Ch. Sarasin**, présenté par MM. Munier-Chalmas et M. Bertrand.
Miquel, id. Munier-Chalmas et Bergeron.
Mircea, id. Marcel Bertrand et de Launay.

Le Président proclame membre de la Société M. **Diavet**, ancien membre.

M. **de Lapparent** présente à la Société le 3e fascicule de la deuxième partie de son Traité de Géologie.

M. **L. Carez** offre à la Société le 2e fascicule du tome VIII de l'*Annuaire géologique* ; il contient les articles de géologie stratigraphique relatifs aux terrains primaires, jurassiques, tertiaires et quaternaires.

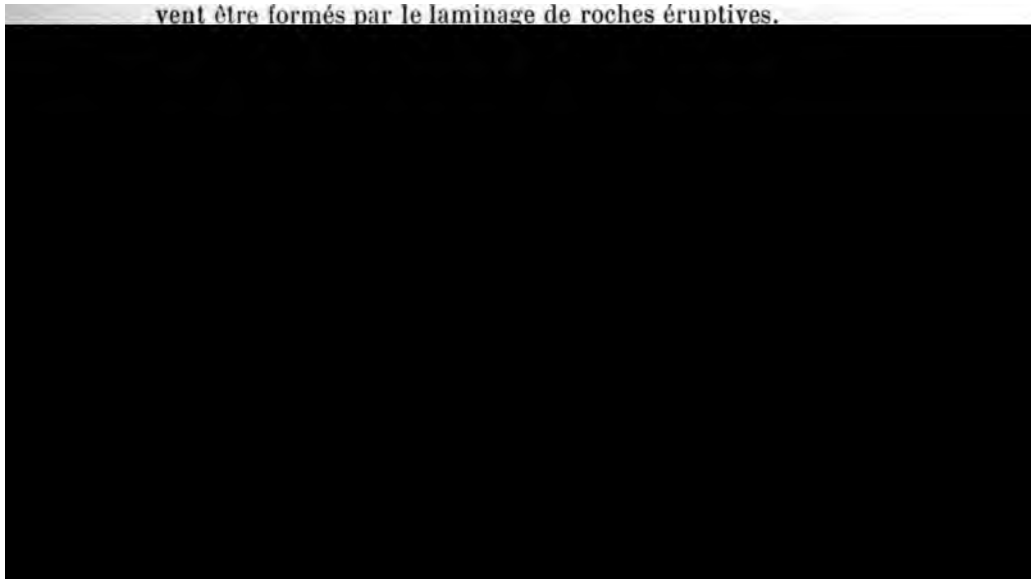
M. **Marcellin Boule** offre à la Société un exemplaire d'une note qu'il vient de publier dans les *Annales de Zoologie* (t. XV) sur l'*Hyæna brevirostris*, Aymard, du Pliocène de Sainzelles, près du Puy (Haute-Loire). Ce fossile, dit l'auteur, n'était connu que par de courtes diagnoses de Gervais, Aymard, Pomel, Albert Gaudry, mais certaines de ces diagnoses renfermaient des erreurs. J'ai pu étudier la belle tête conservée au Musée du Puy et la décrire avec soin. L'*Hyæna brevirostris* était voisine de l'*Hyæna Perrieri*, dont elle s'écartait par sa taille considérable, qui en faisait un animal au moins aussi gros qu'un lion actuel. Il y a aussi quelques autres traits différentiels. L'*Hyæna robusta* du Val d'Arno, espèce créée et décrite récemment par M. Weithofer, n'est autre chose que l'*Hyæna brevirostris* et je ne doute pas que si M. Weithofer avait pu étudier les échantillons originaux ou s'il avait eu plus de confiance en la diagnose qu'en avait donnée M. Gaudry, il se fût dispensé de créer un nouveau nom spécifique pour l'animal du Val d'Arno. Il en est de même de l'*Hyæna topariensis*, Weithofer, également du Val d'Arno et qui est identique à l'*Hyæna Perrieri*, ainsi que j'ai pu m'en assurer en étudiant comparativement les originaux de Croizet et Jobert et les moulages du Val d'Arno envoyés au Muséum de Paris par le Musée de Florence.

La note se termine par des considérations générales sur le

groupe des Hyènes du type *crocuta* et ces considérations sont en faveur de la théorie de l'évolution.

M. **Priem** présente à la Société un ouvrage intitulé : *La Terre, les Mers et les Continents*, faisant partie de la collection des *Merveilles de la Nature*. L'auteur s'est efforcé d'exposer aussi simplement que possible pour le grand public les questions relatives aux phénomènes actuels, aux roches et aux minéraux, aux faunes et aux flores actuelles.

M. **M. Bertrand** présente une brochure intitulée : *Les Montagnes de l'Ecosse*, reproduction d'un article publié dansla *Revue des sciences pures et appliquées* (1). Il donne à cette occasion quelques détails sur les coupes d'Ecosse qu'il a pu examiner dans un voyage récent, fait en compagnie de M. de Margerie, sous la conduite de M. Peach. Il insiste sur les grandes surfaces de chevauchement horizontal, qui se superposent les unes aux autres, sur l'absence des lambeaux de couches étirées et renversées, tels qu'on en observe dans les Alpes et en Provence, et sur la disposition spéciale des couches dans les bandes de terrains situées au-dessous des grands plans de poussée. Il rappelle les ingénieuses expériences de M. Cadell, qui permettraient d'attribuer ces particularités à une épaisseur moindre des couches impliquées dans les mouvements, et, plus hypothétiquement, de les mettre en rapport avec l'âge très ancien de ces dislocations. Enfin, il décrit les phénomènes de métamorphisme, observés le long des surfaces du glissement, et plus spécialement dans la région cristalline de la côte; il est disposé, avec M. Peach et ses collègues écossais, à conclure de ces faits que certains gneiss peuvent être formés par le laminage de roches éruptives.



M. L. Carez fait la communication suivante :

Le dernier compte-rendu sommaire des séances de la Société contient une communication de M. Toucas où je trouve cette phrase :

« L'assimilation de certaines assises du Sénonien des Corbières » avec la zone à Bélemnitelles du bassin de Paris est donc un fait » aujourd'hui bien établi, et j'ai tout lieu d'espérer que M. Carez » reviendra sur l'avis qu'il a émis dernièrement sur cette question » et qu'il reconnaîtra la véracité des faits signalés par ceux qui ont » recueilli les premières Bélemnitelles dans les Corbières. »

Comme j'ai toujours évité jusqu'à présent, dans mes diverses notes sur les Corbières, d'indiquer un synchronisme quelconque, soit avec le Bassin de Paris, soit avec aucune autre région, l'assertion de M. Toucas m'a grandement surpris; je lui ai écrit pour savoir ce qui avait pu l'amener à croire que je n'admettais pas l'existence du Campanien marin dans les Corbières.

Il a bien voulu me répondre que cela lui avait paru résulter implicitement d'une discussion entre M. de Grossouvre et moi, relatée en quelques lignes dans le Compte-rendu sommaire de la réunion des Corbières, bien que j'aie indiqué dans cette observation mon intention de m'occuper uniquement de la région des Corbières et déclaré que je ne croyais pas « le moment venu d'établir un synchronisme de détail entre les deux séries de dépôts » (Bassin de Paris et Corbières).

Si j'avais jusqu'à présent ajourné tout essai de synchronisme, c'est que je voulais auparavant m'assurer de la position des couches à *Hemipneustes* de la Haute-Garonne; comme j'ai constaté l'été dernier, conformément à ce qui avait été dit de longue date, que les *Hemipneustes* commencent à se montrer à un niveau correspondant à la base du grès d'Alet dans les Corbières, je puis maintenant déclarer que je considère la partie supérieure des marnes bleues des Corbières, celle qui contient les bancs sporadiques à Hippurites de la montagne des Cornes, comme représentant les couches à Bélemnitelles du bassin de Paris. C'est l'opinion émise par M. Toucas depuis longtemps, et c'est aussi celle à laquelle M. de Grossouvre paraît s'être définitivement arrêté.

Je tiens, en outre, à compléter une observation que j'avais faite à l'une des séances de la réunion extraordinaire et qui pourrait être interprétée dans un sens que j'étais loin de vouloir lui donner. J'ai dit que, jusqu'à présent, les Bélemnitelles n'avaient été recueillies dans les Corbières que par des « personnes sans instruction géolo-

gique », incapables d'indiquer la position précise des échantillons qu'elles ramassaient, et que, par suite, le niveau exact de ces importants fossiles n'était pas connu. Je n'entendais parler que de la *Montagne des Cornes* et mon intention n'a jamais été de comprendre M. Toucas parmi ceux qui n'ont « aucune instruction géologique. » Notre confrère a grandement contribué à faire connaître la géologie des Corbières, nul plus que moi ne se plaît à le reconnaître ; mais, s'il a le premier trouvé des Bélemnites dans la région, ce n'est pas à la Montagne des Cornes, c'est à la Bastide, près Camps, presque sous le pic de Bugarach, dans un endroit où, par suite du renversement des couches, la stratigraphie est très compliquée et où, de plus, les différentes zones d'Ammonites et d'Hippurites, connues à la Montagne des Cornes, n'ont pu, jusqu'à présent, être distinguées.

J'ajouterai que le gisement de Saint-Louis, récemment signalé par MM. Roussel et de Grossouvre (*C.-R. Ac. Sc.*, T. CXV, p. 527 et 897), et qui, d'après les collectionneurs locaux, paraît relativement riche, se trouve dans des conditions analogues, de telle sorte que, si la superposition des couches à Bélemnitelles aux couches à Micrasters *(sensu stricto)* est bien certaine, leur situation précise n'est pas encore établie.

Tels étaient les points que j'avais voulu indiquer dans mon observation du 14 septembre, dont la rédaction, forcément un peu écourtée, pouvait prêter à confusion.

M. **J. Bergeron** présente à la Société une forme nouvelle de Trilobite que M. Miquel a recueillie dans les premières assises de l'Ordovicien des environs de St-Chinian et que M. Escot vient de retrouver dans la région de Cabrières. Elle appartient au genre *Asaphelina* Mun.-Chalm. et J. Berg., qui n'était connu que par *Asa-*

reconnaître que ce crustacé est un Xiphosure du genre *Prestwichia*. C'est bien une espèce distincte de celles déjà connues et elle doit porter le nom de *Prestwichia Crepini* Boulay sp. Cette forme nouvelle a été trouvée dans des couches où l'on avait déjà rencontré une faune marine ; ses conditions de gisement sont donc les mêmes que celles des autres Xiphosures recueillis dans le houiller d'Angleterre.

Le Secrétaire dépose sur le bureau la note suivante de **M. Le Mesle** (1):

A mon retour de Constantinople, je trouve dans le *Bulletin de la Société Géologique* une note de M. Pomel où je suis vivement attaqué sur un ton peu conforme aux traditions de notre Société.

Il ne me convient pas de suivre M. Pomel sur le terrain, trop dangereux, des personnalités; je déclare donc me refuser à toute polémique ainsi engagée.

M. Pomel trouve plaisant de raconter une anecdote, *très arrangée*, qui, somme toute, n'a rien à voir à la Géologie de la Tunisie, dans le but trop évident de chercher à me déconsidérer auprès de mes confrères de la Société Géologique ; j'ai heureusement parmi eux de nombreux amis et ils savent bien l'extrême scrupule que j'apporte à mes assertions.

Aussi, tout en disant, dans une conversation *inofficielle* avec le regretté M. Massicault, que j'avais rencontré à Souk-Ahras un minerai ressemblant beaucoup à la riche calamine trouvée par moi près du lac Iskeul (zinc 32, 12, analyse de l'Ecole des Mines), je le priais de n'en rien divulguer avant d'avoir connu l'avis du laboratoire de l'Ecole des Mines, auquel j'avais de suite soumis des échantillons ; c'est bien contre mon gré que M. Massicault a pris sur lui d'aviser officiellement le Gouvernement d'Algérie.

En terminant, M. Pomel nous prévient qu'il n'est pas « infaillible » : nous voici bien près de nous entendre, car les derniers travaux de MM. Peron, Depéret, Gauthier, Welsch, Duncan et autres « redresseurs de torts » sont là pour l'affirmer.

M. de Grossouvre envoie les observations suivantes en réponse à la communication faite par M. Toucas dans la séance du 19 décembre 1892 :

(1) La note de M Pomel n'ayant pas reçu, avant sa publication, les corrections qui s'imposaient pour lui enlever le caractère d'une attaque personnelle, la Commission du Bulletin n'a pas cru devoir refuser l'insertion de la réponse de M Le Mesle. Mais elle croit opportun de rappeler que ce genre de polémique doit être absolument exclu des publications de la Société.

La vallée de St-Louis (Aude) correspond bien à un pli synclinal, mais à un synclinal renversé avec chevauchement : l'interprétation émise par M. Toucas pour la coupe que j'ai donnée est en désaccord avec la stratigraphie générale de la région, comme je le montrerai plus tard, dans une étude détaillée avec profils à l'appui.

Pour le moment, je me bornerai à faire observer que l'examen sur place de la coupe en question montre nettement que le niveau à *Hippurites bioculatus*, considéré par M. Toucas comme formant le noyau du pli, et par conséquent replié sur lui-même, consiste en réalité en un banc unique et que les marnes placées de part et d'autre de ce banc sont différentes comme nature et comme faune. Ce qui le prouve d'un autre côté, et ce qui démontre qu'il y a deux niveaux à Bélemnitelles, c'est qu'aux environs de Rennes, où *Act. Toucasi* a été trouvé depuis fort longtemps, cette Bélemnitelle est bien au-desus des massifs à *Hip. bioculatus*. Si l'on admettait qu'il n'y a qu'un seul horizon à Bélemnitelles, il faudrait donc le placer, au plus haut, dans la zone à *Mortoniceras texanum* et je crois que peu de géologues voudraient admettre que *Act. quadratus* appartienne au Santonien inférieur. Il y a donc deux niveaux de Bélemnitelles dans les Corbières ; l'un au-dessous des bancs à *Hip. bioculatus* avec *Act. Toucasi* seul, l'autre au-dessus avec *Act. Toucasi* et *Act. quadratus*.

La note de M. Toucas remet en question deux points déjà discutés.

Le premier a trait à l'étage campanien : M. Arnaud a démontré péremptoirement que cet étage, tel qu'il a été défini par Coquand, commence avec sa zone P, c'est-à-dire que le Santonien, composé des zones M et N, correspond aux assises à *Placenticeras syrtale* et par suite que le Campanien débute avec la disparition de cette ammonite et son remplacement par une forme voisine, une muta-

Ainsi la Paléontologie et la Stratigraphie sont d'accord pour conduire à la même conclusion.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE

Séance du 17 Juillet 1892

M. Letellier fait une communication sur les *Terrains au sud des collines de Normandie.*

La partie méridionale de la feuille d'Alençon de la Carte géologique détaillée de la France a été étudiée en 1891-92 par M. Letellier, conservateur du Musée d'Alençon.

Cette région, limitée par la forêt de Perseigne à l'est, la vallée de la Varenne à l'ouest, et les collines de la Normandie au nord, appartient aux bassins de la Sarthe et de la Mayenne.

Dans son ensemble, elle est constituée par une pointe occidentale de terrains jurassiques, la granulite d'Alençon, et une zone de Phyllades de St-Lô, comprise entre deux massifs de granite, et coupée elle-même en deux parties par une série de collines siluriennes.

En partant de l'est, et suivant le parallèle d'Alençon, on traverse successivement 3 à 4 kilomètres de Callovien (alt. 160 à 145^{m}); autant de Bathonien (145 à 140^{m}); 1 à 2 km. de Bajocien siliceux (arkose d'Alençon) et de Bajocien calcaire (140 à 130^{m}), et on se trouve sur la granulite, large de 3 à 4 kilomètres (130 à 160^{m}), rivage occidental de la mer bajocienne.

Le Cambrien (Phyllades de St-Lô, Archéen) commence au sud d'Alençon, dans la vallée de la Bouverie, supporte l'arête silurienne de Hâloup (Grès armoricain, Schistes à Calymènes et grès de May), bute au nord contre la granulite, et passe ensuite, au nord et à l'ouest, sous les collines siluriennes qui unissent les collines d'Ecouves à la forêt de Pail : butte Chaumont, 378^{m} ; Montarbour, 290^{m}; butte de Beauchêne, 305^{m} ; de Ste-Anne, 387^{m}; colline et plateau des Avaloirs, 417 et 400^{m}, et collines du Pail, 383^{m}.

Dans cette première partie (bassin de la Sarthe), les Phyllades varient depuis des roches noires ou grises simulant la diabase ou le gneiss jusqu'au kaolin et à des graviers argileux.

Dans la seconde partie (bassin de la Mayenne), à l'ouest des collines du Pail, le Cambrien reprend la forme typique des Phyllades de St-Lô, se levant par dalles mêlées de grauwackes gréseuses et de filons ardoisiers. Là se trouve la grande ardoisière de Chattemoue. Le filon exploité a 55 à 60^{m} d'épaisseur; sa direction est E.-O., il plonge au nord sous 72°. On l'exploite à ciel ouvert jusqu'à 45^{m}, où l'on est arrêté par une *corde* ou filon de quartz laiteux avec pyrite à l'épreuve de l'acier.

De là jusqu'à l'ouest de la feuille, le pays est plat, bas et humide; il descend à 130^{m}. Mais à la limite, s'élève le Mont Margantin, haut de 270^{m}, tout entier en schistes cambriens et non en granite comme on l'a écrit, et traversé du sud au nord, par le sommet, par un beau filon de diabase.

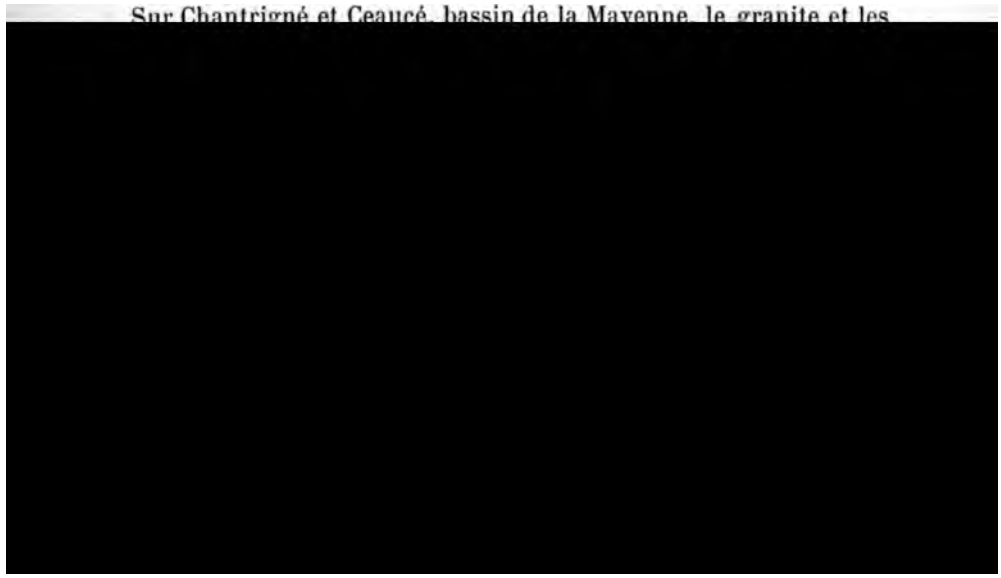
Le Cambrien est limité au nord et au sud par le granite. Vers l'ouest, les limites sont rectilignes et dirigées N. 65°0.

Vers l'angle S.-O., le grand massif de granite d'Ambrières est coupé par une bande étroite de Cambrien, large de 500 à 1000^{m} et longue de 6 kilom. C'est dans l'axe de cette bande que la Varenne a façonné sa vallée et son lit, dans une roche brune et si dure que Blavier l'appelle diorite; le confluent avec la Mayenne est au pied d'une muraille verticale de plus de 40^{m} de hauteur.

Entre Lassay et la bordure de la feuille, le granite et les phyllades sont coupés par de nombreux filons de diabase. Sur une largeur de 11 kilom., il y en a plus de 20, tous dirigés du S. au N.; les deux premiers, à l'E., ont plus de 12 kilom. de long.

Sur les deux rives du Sarthon, bassin de la Sarthe, le Cambrien est recouvert de deux longues bandes de Cénomanien ferrugineux, riche en minerai, alt. 224^{m}.

Sur Chantrigné et Ceaucé, bassin de la Mayenne, le granite et les



SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE L'ISÈRE

Séance du 16 Janvier 1893.

M. Kilian entretient la Société, en son nom et en celui de **M. Pâquier**, d'une Ammonite de très grande taille (diamètre 640^{mm}) (*Lytoceras Liebigi*, var. *strambergensis* Zitt.), récemment découverte dans les calcaires à ciment (zone à *Am. Boissieri*) de Fourvoirie (Isère). On sait que la même espèce se trouve dans le Tithonique, le Valanginien (notamment au Fontanil), le Barrémien et ne semble pas avoir sensiblement varié pendant la durée du Crétacé inférieur. L'échantillon de Fourvoirie présente sa dernière loge; il est en partie pourvu de son test et montre un siphon d'un diamètre de 5^{mm}.

LISTE DES DONS

Principaux ouvrages offerts à la Société dans la séance du 23 janvier 1893.

M. Bertrand, Les montagnes de l'Écosse. — M. Boule, Description de l'*Hyæna brevirostris* du Pliocène de Sainzelles. — F. Priem, la terre, les mers et les continents. — Hovelacque, Recherches sur le *Lepidodendron selaginoïdes*. — De Launay, Formation des gîtes métallifères. — A. de Lapparent, Traité de Géologie, 3e édition, 2e partie, 3e fascicule. — H. Scudder, Canadian fossil insects. — Fortin, Profil géologique du chemin de fer funiculaire de Bonsecours. — G. Stefanescu, On the existence of the *Dinotherium* in Roumania.

N° 3 Séance du 6 Février 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal, dont la rédaction est adoptée.

M. **Léon Bertrand** fait la communication suivante : *Sur la constitution géologique de la partie septentrionale des Alpes-Maritimes :*

J'ai commencé l'étude d'une région comprenant la haute vallée du Var et celles de ses affluents de la rive gauche, le Cians, la Tinée et la Vésubie ; ce travail m'a été facilité par la bienveillance avec laquelle M. Potier m'a communiqué une carte inédite et m'a donné de nombreux renseignements. Cette région peut se diviser, au point de vue géologique, en deux parties : 1° une région cristalline, formée par le bord méridional du massif des Alpes Maritimes, appartenant à la zone du Mont-Blanc ; 2° une ceinture sédimentaire présentant la série des terrains depuis le Permien jusqu'au sommet de l'Éocène.

Je n'ai pas encore étudié en détail la zone cristallophyllienne, dans laquelle j'ai rencontré des gneiss, des micaschistes, des chloritoschistes et des gneiss amphiboliques, avec de nombreux filons de granulite et parfois de pegmatite à grandes plages de mica blanc.

Quant aux terrains sédimentaires, on peut en étudier facilement la succession dans la vallée du Var, depuis sa source jusqu'à Entrevaux, qui coupe deux fois cette série en sens inverse à cause d'un grand anticlinal, que j'appellerai *anticlinal de Guillaumes;* on retrouve aussi cette série dans les vallées de la Roudoule, du Cians et de la Tinée au sud de St-Sauveur, qui entament le flanc sud de cet anticlinal normalement à sa direction.

Le Permien est formé d'argilolithes rouges, avec nombreux accidents verts, rappelant tout à fait le faciès de l'Esterel, qui forment l'axe de l'anticlinal de Guillaumes. Vers l'est de la région, se rencontrent aussi des arkoses feldspathiques et des roches schisteuses verdâtres remplies de microlithes de feldspath. La mer permienne n'a pas dû dépasser au nord les environs d'Isola, car, à partir de ce point, le Trias forme une ceinture continue autour du

massif cristallin, en reposant directement sur lui; de plus, j'ai rencontré au Mont Tortissa, à une altitude considérable, un lambeau du manteau sédimentaire qui a dû recouvrir le massif, ce lambeau étant constitué par du Trias sans trace de Permien à la base.

La mer triasique, au contraire, a occupé toute la région; l'étage des Quartzites (Trias inférieur) se rencontre partout où l'on voit la base de la série secondaire; cet étage est très développé et présente partout la même succession de conglomérats quartzeux, quartzites blancs et grès bigarrés plus ou moins schisteux, souvent cuprifères. Il m'a été impossible de distinguer le Trias moyen du Trias supérieur, dans la série, très puissante en certains points, de cargneules et dolomies jaunes sans fossiles, renfermant souvent du gypse, qui surmonte les quartzites; cette série présente, d'une façon constante, deux niveaux de cargneules et de gypse, séparés par un niveau de calcaire noir.

Ces dépôts sont surmontés par les sédiments liasiques; j'ai reconnu dans le ravin de Bramafama, près de St-Sauveur, la présence de l'Infralias, en plaquettes calcaires couvertes d'*Avicula contorta*, alternant avec de minces lits de marnes noires. Quant au Lias, il n'a nulle part le faciès dauphinois, bien que la région étudiée soit dans le prolongement de la zone présentant ce faciès dans les Basses-Alpes; on rencontre partout les calcaires gréseux à *Gryphea arcuata* et *Pentacrinus tuberculatus*, ces fossiles constituant presque uniquement certains bancs.

Le Jurassique moyen et l'Oxfordien, très développés, ne sont fossilifères qu'en un petit nombre de points; ils présentent une différence de faciès très notable, suivant qu'on les étudie à l'ouest ou à l'est de la région. Dans la haute vallée du Var, le Jurassique moyen est constitué par des calcaires de plus en plus marneux à mesure

Le Néocomien est très constant dans toute la région, et se relie avec celui des Basses-Alpes à l'Ouest et celui des environs de Saorge à l'est. J'ai rencontré ses trois sous-étages, le Valanginien avec Ammonites ferrugineuses (*Hopl. neocomiensis*, etc.), l'Hauterivien à Criocères, et le Barrémien à *Costidiscus recticostatus*. Il est surmonté par des marnes noires où je n'ai pas trouvé de fossiles déterminables, recouvertes par une série très reconnaissable de marnes grises alternant avec des bancs calcaires, et renfermant des fossiles franchement cénomaniens (*Anisoceras armatum* à la base, puis *Acanth. Rotomagense*, *Schlœnb. varians*, etc.); vers le sud et l'est de la région que j'ai étudiée, commence le faciès glauconieux du Cénomanien si développé dans le S.-E. du département. Ces couches cénomaniennes passent à leur partie supérieure à des calcaires gris bien lités très compactes ne renfermant que des traces de fossiles passant à une seconde série de marnes alternant avec des calcaires à grands Inocérames, et à Spongiaires au sommet; ces dernières couches ayant été reconnues sénoniennes par M. Fallot, peut-être les calcaires durs intermédiaires sont-ils turoniens, car il semble y avoir eu continuité dans le dépôt.

Les terrains tertiaires reposent en transgression sur les autres formations; la mer éocène paraît avoir pénétré dans la région au moment de la grande transgression qui a eu lieu dans le bassin méditerranéen à l'époque de l'Éocène moyen. En effet, à Puget-Théniers et Entrevaux, on voit, reposant en concordance sur le Crétacé supérieur dans deux synclinaux parallèles dirigés sensiblement O.-E., des calcaires gréseux à *Numm. Lucasana*, *Numm. aff. perforata*, *Turritella imbricataria*, *Natica sigaretina*, c'est-à-dire renfermant la faune du Lutétien moyen; puis viennent des marnes bleues à *Serpula spirulæa* et nombreux polypiers (*Trochocyathus*, *Flabellum*), surmontées à l'ouest de Puget-Théniers par des grès fins peu développés. Vers le nord de la région, dans les hautes vallées du Var et de la Tinée, ainsi que dans le massif du Tournairet, entre la Tinée et la Vésubie, il existe une série très puissante de poudingues et de grès (grès d'Annot), devenant de plus en plus fins à mesure qu'on s'élève et passant à des grès schisteux alternant avec des schistes, parfois presque identiques d'aspect avec les schistes rouges du Permien (col du Vermillon). Ces couches du Flysch acquièrent aux environs de Larche une puissance énorme, exagérée d'ailleurs par de nombreux plissements; ce sont les derniers dépôts sédimentaires de la région, qui a été émergée et plissée après leur dépôt, la mer étant rejetée du côté du littoral actuel.

Ces plissements post-éocènes ont été très considérables; le plus important est l'anticlinal de Guillaumes, qui constitue en grande partie la charpente du massif situé au nord de Puget-Théniers, entre le Var et la Tinée; cet anticlinal, interrompu brusquement à l'ouest près de Guillaumes par un plongement assez rapide des couches vers l'ouest, vient, aux environs de St-Sauveur, rencontrer obliquement le bord du massif cristallin et se réduit, à partir de ce point, à son flanc méridional, l'axe permien étant extrêmement réduit à St-Martin-Vésubie. Au sud de cet anticlinal se rencontrent deux synclinaux parallèles, l'un ne dépassant guère Entrevaux à l'est, tandis que celui de Puget-Théniers peut se suivre, jalonné par des lambeaux tertiaires, jusqu'au grand massif tertiaire du Tournairet. Ces plis ne sont que les plus septentrionaux d'un faisceau de plis parallèles venant des environs de Castellane et se prolongeant dans la région entre Puget-Théniers et Grasse.

M. **Léon Bertrand** signale à la Société la présence de l'*hypersthène* en grands cristaux isolés à formes nettes et en plages entourées par de l'augite, suivant le mode d'association habituel de ces deux minéraux, dans certains échantillons de labradorite provenant du conglomérat de Villeneuve-Loubet (Alpes-Maritimes), dont les relations stratigraphiques et la composition ont été données par M. Potier dans le compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société à Nice, et dans la légende de la feuille d'Antibes. Certains échantillons de la roche sont très riches en hypersthène, ce qui en fait un type assez intéressant au point de vue du gisement, les roches à hypersthène connues actuellement en France n'étant pas très abondantes.

tent vraisemblablement la partie tout à fait supérieure du Miocène du bassin du Rhône. Près d'Agram, au contraire, le Miocène supérieur est représenté par des couches régulières, dont, grâce aux beaux travaux de M. Brusina, les divers horizons fossilifères sont bien connus au point de vue paléontologique.

En se dirigeant d'Agram vers le village de Markusevec on rencontre successivement *de haut en bas* :

1) Marnes un peu argileuses, grises ou noires, à *Congeria Croatica* et *Valenciennesia annulata*, renfermant la forme dite d'Okrugljak. Cette faune est très riche en Bivalves (*Congeria, Limnocardium*) ; les Gastropodes, assez riches en espèces, sont pauvres en individus, les formes les plus remarquables appartiennent aux genres *Zagrabica, Boscovicia, Valenciennesia, Micromelania* ; la faune d'Okrugljak comprend plus de soixante-dix espèces.

Les couches à Valenciennesia ont été signalées sur divers points de Slavonie comme formant le substratum des couches à Paludines inférieures.

2) Marnes fissiles grisâtres pauvres en fossiles (*Congeria croatica*).

3) A la base de ces marnes, on trouve un peu au dessus du village de Markusevec des sables argileux très riches en fossiles ; ils renferment la faune dite de Markusevec dont M. Brusina, qui l'a découverte, vient de donner une étude sommaire contenant plus de cent espèces. Ce sont surtout des Gastropodes appartenant entre autres aux genres *Caspia*, *Orygoceras*, *Hydrobia*, etc. Le nouveau genre *Baglivia* Brusi. est voisin des *Liobaikalia* du lac Baïkal. Associées à ces formes nouvelles, on trouve abondamment, *Melanopsis Martiniana*, *Mel. Bouei*, *Mel. pygmæa*, *Mel. Vindobonensis*, *Congeria subglobosa* c'est-à-dire la faune des couches à Congeria subglobosa de Brunn, près Vienne. On rencontre aussi quelques fossiles sarmatiques tels que *Cerithium pictum*, *Cer. rubiginosum*, *Ervilia podolica*. D'après M. Brusina cinq ou six espèces seulement et même fort peu de genres de Gastropodes seraient communs aux fauves d'Okrugljak et de Marcousevec.

Dans les environs d'Agram, les couches à *Congeria subglobosa* sont donc nettement inférieures aux couches à *Valenciennesia annulata*, base elles-mêmes des couches à Paludines de Slavonie.

Pour la géologie du bassin du Rhône, ce fait présente un certain intérêt ; Fontannes avait en effet signalé, dans les sables à *Helix delphinensis et Unio flabellatus* du Dauphiné, un certain nombre de formes qu'il regardait, et je crois avec raison, comme très voi-

sines de certaines espèces des couches à Paludines de Slavonie et en particulier de leur niveau inférieur. Ce sont entre autres :

Unio Sayni Fontannes très voisin de *Unio atavus* Putsch.

Hydrobia avisanensis Font. voisin de *Hydrobia sepulcralis*.

Valvata Sayni Font. qui paraît identique a *Valv. sibinensis*, Neumayr :

Or, ces sables à *Helix Delphinensis*, intimement liés à la partie supérieure des sables à *Nassa Michaudi*, ne peuvent être regardés comme plus récents que le Pontique ; ils sont donc plus anciens que les couches inférieures à Paludines de Slavoni qui sont séparées des couches pontiques à *Congeria subglobosa* par les couches à *Congeria croatica* et *Valenciennesia annulata*. Ainsi donc les espèces tertiaires du bassin du Rhône, qui sont les plus voisines de certaines formes du Levantin et que l'on pourrait être porté à considérer comme contemporaines de celles-ci, sont en réalité plus anciennes dans le bassin du Rhône qu'en Slavonie.

M. Marcel Bertrand expose les conclusions d'une note qui doit prochainement paraître dans le Bulletin des services de la carte géologique *sur la structure du Môle*, près de Bonneville (Haute-Savoie). Cette montagne est formée par une série de plis nord-sud, qui, en arrivant près de l'Arve, se détournent vers l'est *en se renversant vers le sud*. Ces plis pressés vont se superposer dans la falaise qui domine la vallée, et y font reparaître, malgré l'apparence d'une succession régulière, la série plusieurs fois répétée des différents étages.

M. Bertrand explique que cette déviation n'est pour lui qu'un phénomène local, qu'on peut mettre en rapport avec la différence de faciès et d'épaisseur des terrains crétacés sur les deux rives de

Recherches sur le Lepidodendron selaginoides, par M. Maurice Hovelacque (1).

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Séance du 16 Novembre 1872.

Communication de M. **Gosselet** sur les dépôts récents de la Plaine maritime.

M. **Gosselet** présente des grès tertiaires trouvés à Beuzeville (Seine-Inférieure), contenant enfermés dans la masse, des silex de la craie.

M. **Ch. Barrois** présente des photographies représentant le Caillou-qui-Bique, près Bavai, bien connu des géologues et résultant d'un concours de la Société de photographie.

Séance du 30 Novembre 1892.

M. **Ch. Barrois** fait une communication sur les phtanites précambriens à Radiolaires, des côtes du Nord.

M. **Quarré** donne lecture d'un travail sur le dessèchement des Wateringues et des Moëres dans le département du Nord.

Séance du 7 Décembre 1892.

M. **Gosselet** donne lecture d'une note sur la Craie phosphatée du nord de l'Aisne; le phosphate de chaux est disséminé dans la craie à Bélemnitelles, qui contient parfois une couche de nodules phosphatés; le plus souvent la craie est recouverte de sables phosphatés en lits horizontaux ou en poches.

Séance du 21 Décembre 1892.

M. **Cayeux** envoie une communication sur la glauconie. Il

(1) Une analyse détaillée de cette étude paraîtra dans les Notes et Mémoires.

démontre que dans les roches siliceuses du Nord de la France et de la Belgique la glauconie prend naissance par l'intermédiaire des organismes ou sans l'intervention de ces derniers. Il appelle ensuite l'attention sur les caractères microscopiques du minéral.

Communication de M. **Helson** sur les dépôts phosphatés du Tarn et du Tarn-et-Garonne.

Séance du 18 janvier 1893

M. Gosselet présente la table des vingt premières années du Bulletin.

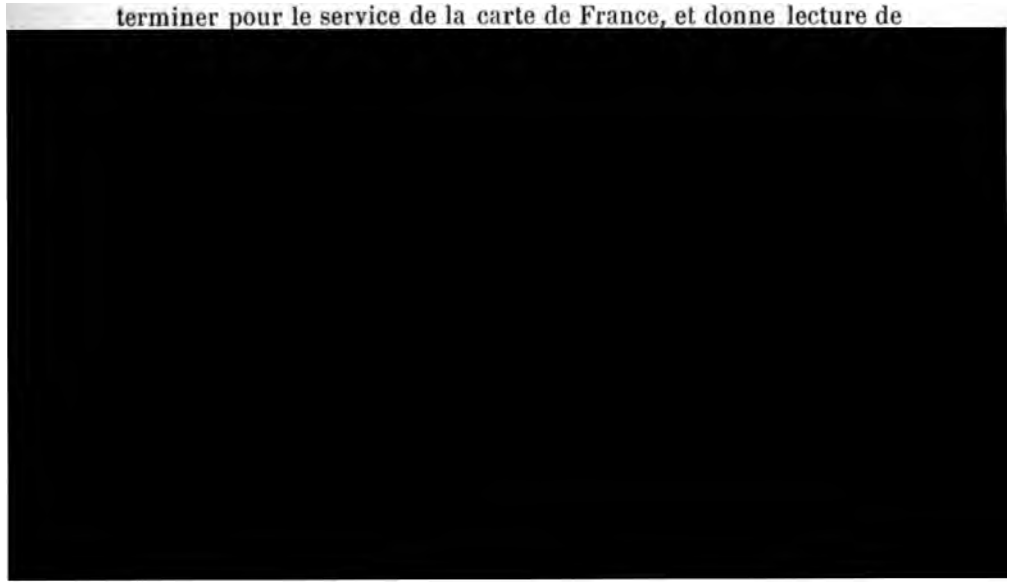
M. Ladrière fait une communication sur le terrain quaternaire des environs de Rouen : des coupes prises en différents points du pays de Caux, notamment à Bon-Secours, lui ont permis de constater la même succession que dans le Nord ; il faut signaler cependant quelques petites différences ; ainsi le Quaternaire forme des poches profondes dans les couches sous-jacentes ; il contient en abandonce des silex disposés en lits, dans toute la masse.

M. Gosselet entretient la Société des phosphates de Buire-au-Bois (P.-de-C.). Il y signale des conglomérats formés de concrétions phosphatées et remplis d'argile.

M. Roussel envoie une note sur le genre Echinanthus dans les Pyrénées.

Séance du 1er Février 1893

M. Ch. Barrois présente la feuille de Dinan au 1/80000 qu'il vient de terminer pour le service de la carte de France, et donne lecture de



— Note sur les couches inférieures au Tun de Lezennes, leur faune.

— Note sur la craie de Roisel ; la craie grise contient dans le Cambrésis le *M. breviporus*, sauf à Roisel, où il est remplacé par une espèce rangée dans le groupe de *M. cortestudinarium*, mais qui doit en être séparée sous le nom de *Micraster Beonensis*, caractéristique de la partie supérieure de la craie à *M. breviporus* de l'Yonne.

La craie d'Estrée-Blanche (P.-de-C.) ; mélange des fossiles accompagnant le *M. breviporus* et le *M. cor testudinarium* (craie de Vervins).

— Les grès primaires de l'Artois ; grande épaisseur de ces dépôts.

— Carte des différents niveaux de la craie blanche entre Saint-Omer et le Bas-Boulonnais.

LISTE DES DONS

Principaux ouvrages offerts à la Société dans la séance du 6 Février 1893 :

John, Ueber die chemische Zusammensetzung der Pyrope und einiger anderer Granate. — John, Ueber die chemische zusammensetzung verschiedener Salze aus den k. k. Salzbergwerken von Kalusz und Aussée.

80493 — 1000 — Lille, Imp. Le Bigot frères

N° 4 Séance du 20 Février 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. **Marcel Bertrand** présente une note qu'il vient de publier dans les *Annales des Mines*, sur le *raccordement des bassins houillers* du nord de la France et du sud de l'Angleterre. Dans ce travail, il présente de nouveaux arguments en faveur du principe énoncé par Godwin-Austen, et il montre que la surface des terrains primaires offre, dans le département du Nord, la trace d'une série d'ondulations, qui se superposent d'une manière remarquable aux plis des terrains houillers.

A ce propos, M. Bertrand dit que M. de Grossouvre vient de lui signaler des inexactitudes dans sa petite carte du fond des mers crétacées dans le Berry; il publiera prochainement les contours rectifiés. Il croit aussi devoir s'excuser, n'ayant pas cru devoir faire l'historique de la théorie en faveur de laquelle il a présenté de nouveaux arguments, de n'avoir pas cité les noms et les travaux de ceux qui, en France ou à l'étranger, ont soutenu les mêmes idées. Il n'est que juste au moins de rappeler le mémoire de M. Barrois sur les terrains crétacés du sud de l'Angleterre, et surtout les mémoires de M. Jourdy, qui, dès 1871, opposait à la théorie du réseau pentagonal *la loi de position*, c'est-à-dire la loi de récurrence des plis aux mêmes places.

M. **Douvillé** présente la 3e partie de son mémoire intitulé : *Révision des principales espèces d'Hippurites;* elle renferme l'étude des formes à pores linéaires. L'auteur a étudié successivement le groupe de l'*H. canaliculatus* dans lequel il a établi quelques espèces nouvelles, celui de l'*H. radiosus* et celui de l'*H. striatus*. Il s'est vu obligé d'abandonner le nom spécifique de *dilatatus*, établi en réalité par Defrance pour une forme voisine de l'*H. corbaricus*, et à reprendre le nom de *turgidus* bien défini par Rolland du Roquan. Le groupe de l'*H. turgidus* commence par l'*H. sublævis* Matheron, abondant dans la Provence et dans le Santonien inférieur et moyen

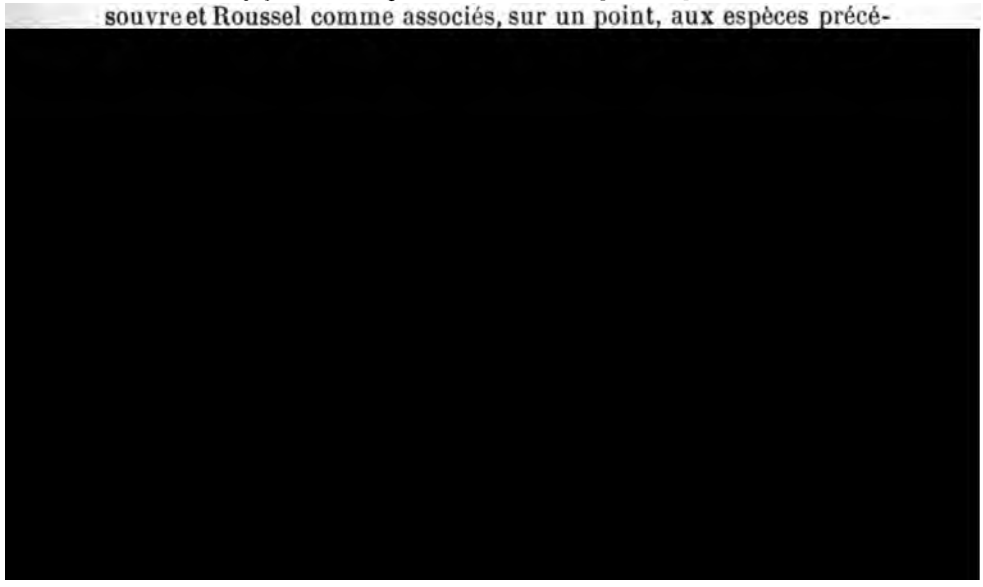
de la Dordogne; vient ensuite l'*H. turgidus* qui n'est connu jusqu'à présent que dans les Corbières; la dernière forme du groupe est l'*H. bioculatus,* remarquable par les pores simples et espacés de la valve supérieure et qui ne se rencontre que dans les couches les plus élevées de la Montagne des Cornes. L'auteur rapporte à l'*H. cornucopiæ,* Defrance, les formes également dépourvues d'arête cardinale, mais à pores groupés, que l'on rencontre dans les couches moyennes de la Montagne des Cornes et au sommet du Santonien des Charentes.

L'*H. Arnaudi* du Campanien inférieur représente un type tout à fait dégradé : l'arête cardinale a disparu, ainsi que les oscules de la valve supérieure; les piliers ne sont plus indiqués que par une inflexion et un léger renflement des couches marginales; mais la valve supérieure conserve toujours ses canaux et ses pores caractéristiques.

M. Douvillé a examiné un grand nombre d'échantillons d'*Hippurites* recueillis dans les *Corbières* à l'occasion de la dernière réunion extraordinaire de la Société et qui lui ont été communiqués par MM. Carez, Jean, de Grossouvre et Roussel. En particulier, ces deux derniers géologues se sont efforcés de séparer soigneusement les divers niveaux de Rudistes qu'ils ont explorés. Cet ensemble de documents intéressants a permis de compléter, de la façon suivante, la répartition des Hippurites, que l'auteur avait déjà indiquée dans la séance du 2 mai dernier.

4° Le premier niveau avec *H. resectus* et *H. petrocoriensis* se complète par l'*H. inferus* déjà signalé du reste par M. Carez et qui, par places, forme à lui seul des bancs entiers.

5° Les *H. giganteus* et *gosaviensis* sont signalés par MM. de Grossouvre et Roussel comme associés, sur un point, aux espèces précé-



pincé à la base, quoique toujours plus court que dans l'espèce du Turonien; le gisement est au-dessus des marnes à *Micraster*.

7° Le gisement moyen de la Montagne des Cornes, caractérisé par l'*H. sulcatoides*, var. III, l'*H. turgidus* (*dilatatus*, auctorum), l'*H. cornucopiae* (*H. bioculatus*, pars) nous paraît distinct du précédent.

8° Le niveau supérieur renferme avec *H. sulcatoides*, var. *sulcatissima*, *H. turgidus*, *H. bioculatus*, une forme voisine de l'*H. corbaricus*, mais à premier pilier encore plus court.

C'est cette dernière forme que l'on rencontre dans les gisements bien connus de l'Ariège; les formes qui l'accompagnent sont différentes de celles qui font partie des faunes précédentes; elles présentent un degré d'évolution plus avancé, un caractère plus jeune que les espèces de l'Aude auxquelles on pourrait les comparer; il semble donc que le gisement de Benaix-Leychert est un peu plus récent que ceux de la Montagne des Cornes. Du reste, il paraît probable que les deux faunes ne resteront pas toujours cantonnées dans deux départements différents; M. Roussel a signalé la faune à *H. bioculatus* au sud de Leychert et M. Carez a recueilli, dans la région de Bugarach, un échantillon qui, malgré son mauvais état de conservation, nous paraît devoir être rapporté à une des formes les plus caractéristiques de Leychert.

M. **Labat** fait une communication sur la présence d'efflorescences de gypse à la surface des schistes argileux dans les galeries des sources sulfureuses de Cauterets; il indique les réactions chimiques qui amènent la production du sulfate de chaux.

M. Labat entretient ensuite la Société de la présence de marmites de géants dans les régions granitiques des Pyrénées.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. **de Rouville** qui constate avec plaisir que, dans sa dernière note (1), M. Bergeron est d'accord avec lui sur plusieurs points de la Géologie des environs de Cabrières.

Le Secrétaire dépose sur le bureau une note de M. Peron : *Sur le Tertiaire supérieur de l'Algérie et réponse à M. Pomel* (2).

(1) Contributions à l'étude géologique de Rouergue et de la Montagne Noire, *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XX, p. 248.

(2) Ce travail paraîtra dans les Notes et Mémoires.

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société dans la séance du 20 Février 1893.

Almera et Bofill, Catalogo de los molluscos fosiles pliocenos de Cataluña. — Gosselet, Esquisse géologique du Nord de la France, 3e fascicule (texte et planches). — Lyman, Shippen and Wetherill tract. — Trabucco, Sulla vera posizione dei terreni terziari del Piemonte.

La prochaine séance aura lieu le **Lundi 6 Mars,** à 8 heures 1/2 du soir.

N° 5 Séance du 6 Mars 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. **M. Boule** offre à la Société le tirage à part d'un mémoire paru dans les *Archives des missions scientifiques et littéraires* sous le titre de : *La Station quaternaire du Schweizersbild et les fouilles de M. le Dr Nüesch.*

A la suite de la présentation de la note de M. Marcellin Boule, M. **Albert Gaudry** fait ressortir l'importance de cette note pour l'histoire des temps quaternaires. Voilà bien longtemps que l'on s'occupe des gisements de l'*âge du renne* et qu'on y découvre de précieux vestiges de l'industrie et même de l'art de nos aïeux. Mais nous ne savions pas d'une manière certaine quelle était leur place par rapport à la *grande époque glaciaire* et à l'*âge des steppes*, dont nous devons la connaissance aux beaux travaux de M. Nehring. Les superpositions si nettes reconnues par M. Marcellin Boule nous démontrent que l'âge du renne est plus récent, non-seulement que la grande époque glaciaire, mais aussi que l'âge des steppes. Après les extensions glaciaires qui ont, sur bien des points, suspendu la vie, il y a eu une époque où la végétation était misérable, parce que la température était encore basse et surtout parce que la terre végétale avait été recouverte par les éléments stériles provenant des moraines : c'est ce que Nehring a appelé l'âge des steppes. Puis la terre végétale s'est peu à peu reconstituée, et, quoique la température fût encore peu élevée, la végétation a grandi, la vie est devenue moins dure, nos aïeux ont pu commencer à donner quelque essor à leurs sentiments artistiques : c'est ce qu'on appelle l'âge du renne.

Il me semble que M. Marcellin Boule, par ses fouilles faites avec M. Nüesch, a jeté un trait de lumière sur l'histoire primitive de l'homme.

M. **Albert Gaudry** présente une note sur l'*Ichthyosaurus Burgundiæ* trouvé dans le Lias supérieur de Ste-Colombe (Yonne) par

M. Lucien Millot. Cette note est accompagnée d'une belle et grande planche. Elle fait partie du dernier Bulletin publié par la Société d'histoire naturelle d'Autun. M. Albert Gaudry profite de la présentation de sa note pour adresser des remerciements à M. Millot qui a donné au Museum les magnifiques échantillons de l'Ichthyosaure de Ste-Colombe et pour rappeler l'importance des services que la Société d'histoire naturelle d'Autun rend à la science.

M. **Zeiller** offre à la Société, de la part de l'auteur, les *Contribuzioni alla Flora fossile dei terreni terziarii della Liguria*, de M. **S. Squinabol** (fasc. I à IV). Il se réfère, pour le contenu de cet important travail, aux comptes-rendus qu'il en a donnés, tant dans le *Bulletin de la Société botanique de France* que dans l'*Annuaire géologique*, du moins en ce qui concerne les trois premiers fascicules, respectivement consacrés aux Algues, aux Fougères et aux Conifères. Quant au fascicule IV, qui vient de paraître à la fin de 1892 et qui comprend les Monocotylédones, il rappelle que M. Squinabol a lui-même publié, dans le tome XIX du *Bulletin de la Société géologique*, un aperçu complet des intéressantes découvertes qu'il a pu faire sur les Monocotylédones et en particulier sur les Palmiers de l'Oligocène de Sta Giustina.

M. **Baron** présente une notice géologique sur les environs de Menton.

La ville de Menton est située au centre d'un bassin formé par des dépôts crétacés et tertiaires dont les assises fortement redressées sont adossées à une ceinture de crêtes montagneuses constituées par le Jurassique supérieur.

breux moules de Turritelles, Natices, Lucines, Cythérées, etc., et d'autre part sur le versant oriental le faciès de Mortola près Vintimille, avec la même abondance de *Nummulites perforata* et *lucasana* qui caractérise ce gisement. La série tertiaire se termine par une formation puissante de grès friables plus ou moins grossiers ne contenant que quelques rares empreintes de plantes marines et que l'on peut attribuer au Flysch.

Enfin la partie basse voisine de la mer est formée d'alluvions principalement d'origine torrentielle.

La ville de Menton est bâtie en grande partie sur ces alluvions et est en outre traversée par la ligne de rupture centrale du bassin. Les fâcheuses conséquences de cette conformation du sol se sont manifestées de la manière la plus évidente dans la disposition des écroulements qui ont été occasionnés par le tremblement de terre du 23 février 1887 ; de sorte que la rareté de ce phénomène dans cette région, du moins avec une pareille intensité, est à la vérité le gage de sécurité le plus solide sur lequel il soit permis de compter pour l'avenir.

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société dans la séance du 6 Mars 1893.

M. Boule, La Station quaternaire du Schweizersbil et les fossiles du Dr Nüesch. — Duparc et Mrazec, La structure du Mont-Blanc. — Gaudry, L'Ichthyosaurus burgundiæ. — Don Francisco Quiroga, Anomalias opticas de la blenda en Picos de Europa. — F. D. Ant. Fritsch, Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens, Band III, Heft II (Selachii, Actinopterygii). — F. de Saintignon, Le mouvement différentiel. Loi des Marées.—Squinabol, Contribuzioni alla flora fossile dei terreni terziarri della Liguria : Alghe, Caracce-felci, Gimnosperme, Monocotiledoni.

La prochaine séance aura lieu le **Lundi 20 Mars,** à 8 heures 1/2 du soir.

82275 - 1000 — Lille, Imp Le Bigot frères

N° 6 Séance du 20 Mars 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée

M. **Albert Gaudry** s'exprime en ces termes :

Notre savant confrère, M. Tardy, m'écrit pour me rappeler que la note de M. Marcellin Boule, dont j'ai parlé dans la dernière séance, confirme ses opinions sur le Quaternaire. Dès 1879, M. Tardy a déclaré que l'âge du renne se plaçait tout à fait à la fin des terrains quaternaires, bien longtemps après l'extension des glaciers.

M. **Frossard** offre à la Société deux extraits du *Bulletin de la Société Ramond*. Le premier renferme des renseignements sur les gisements de l'axinite dans les Pyrénées, sur la sillimanite, sur l'*Ammonites Frossardi* et sur l'Orographie pyrénéenne. Le second a trait aux minéraux pyrénéens, décrits par M. Alfred Lacroix dans le premier volume d'un travail remarquable intitulé : *Minéralogie de la France et de ses colonies*.

M. **Chaper** informe ses collègues de la Société géologique que dimanche prochain 26 mars sera ouverte, au Muséum, l'exposition des différents objets qu'il a rapportés de ses nombreuses missions. Cette exposition présentera surtout un intérêt zoologique ; cependant les géologues pourront y voir de nombreux échantillons de roches diamantifères provenant du Cap, de Bornéo et de l'Inde.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante :

SUR L'EXISTENCE DU PERMIEN DANS LES PYRÉNÉES

(Note préliminaire)

par M. **CARALP.**

Dans un travail inséré aux *Comptes-rendus de l'Académie des sciences* (28 mars 1892), je signalais au-dessus des schistes d'Arreau (Hautes-Pyrénées), horizon des schistes de Larbout (Ariège) et des calcaires à Productus d'Ardengost, attribués au Carbonifère par M. L. Lartet, un puissant système de grès et de schistes argileux

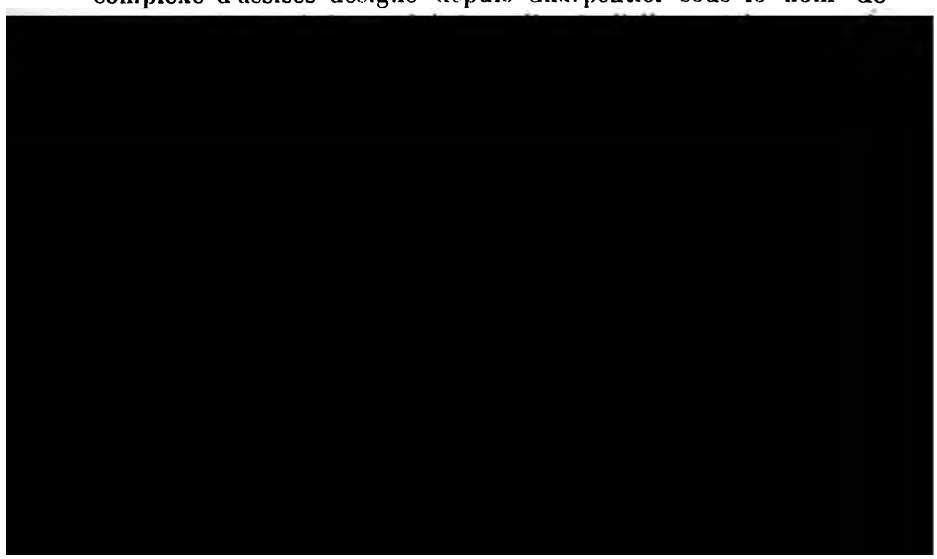
qui m'avaient offert des empreintes végétales assez nombreuses appartenant au Houillier, et une intéressante intercalation de fossiles marins qui me paraissaient dans leur ensemble présenter « quelques affinités avec la faune permienne. »

Une étude plus approfondie de cette faune et de cette flore est venue confirmer cette détermination : les schistes et grès de la base relèvent du Houiller moyen et supérieur (*Calamites Suckowii*, *Sphenophyllum*, *Poacordaïtes*, *Nevropteris*, etc.); ceux de la partie supérieure contiennent, avec des Encrines, des écailles de poissons, des *Murchisonia* et quelques bivalves difficilement déterminables vu leur petitesse, deux fossiles caractéristiques du Permien inférieur : *Camarophoria Schlotheimi*, et en abondance une belle fougère à feuilles très coupées, *Callipteris Curretiensis* Zeiller.

L'existence du Permien dans les Pyrénées, niée par certains géologues, affirmée par d'autres sur de vagues données stratigraphiques, paraît donc un fait acquis.

Les *schistes* à *Callipteris* et à *Camarophoria* qui se montrent au N. de Fréchel d'Aure, se placent sur l'horizon des schistes d'Autun et de Lodève; quant aux argilolites rouges et conglomérats argileux qui les surmontent, ils sont en tout point comparables au *Rothliegende* de Saxe et représentent par suite le Permien moyen.

Les assises permiennes sont d'ailleurs parfaitement concordantes avec les schistes du Houiller dont elles ne diffèrent pas sensiblement; elles sont, au contraire, en discordance avec les grès et poudingues quartzeux de la base du Trias. Cette particularité légitime une fois de plus la réunion du Carbonifère et du Permien en un seul système Permo-carbonifère, et prouve, d'autre part, que le complexe d'assises désigné depuis Charpentier sous le nom de



PERMIEN MOYEN (ROTHLIEGENDE). — Argilolites rouges et conglomérats.

J'ai retrouvé cet étage permien sur divers autres points des Pyrénées et notamment aux environs de St-Girons, où j'ai découvert, dans une assise immédiatement placée au-dessous des conglomérats rouges du Permien moyen, un certain nombre de fossiles, ici un peu différents : Encrines, Evomphales, Trilobite (*Phillipsia* ou *Griffithides* .

L'existence de cet étage, généralement confondu avec le Carbonifère ou le Dévonien, appelle un remaniement de la carte géologique des Pyrénées ; il n'est d'ailleurs pas à négliger, attendu que parfois, dans les Hautes-Pyrénées par exemple, sa puissance est supérieure à mille mètres.

M. **Haug** fait observer que, si les couches à fossiles marins signalées par M. Caralp étaient réellement du Permien inférieur et si la détermination de *Phillipsia* ou *Griffithides* venait à se confirmer, cette découverte serait du plus haut intérêt, car on se trouverait en présence d'une formation que son âge et sa faune rapprocheraient des couches permiennes à Fusulines de Sicile, étudiées par M. Gemmellaro.

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE L'ISÈRE

Séance du 12 Mars 1893

M. **Kilian** décrit un perfectionnement qu'il a apporté au sismographe Angot et qu'il a réalisé à la Faculté des Sciences de Grenoble avec l'aide de MM. Badier et Paulin, constructeurs. Cet appareil permet d'obtenir, au moyen de la mise en marche d'un chronomètre, l'heure exacte de la première secousse quel que soit du reste le sens de l'ébranlement. Il entretient la Société des difficultés dont il s'est agi de triompher, à savoir :

1° Ne pas diminuer la sensibité de l'appareil par des surfaces de frottement.

2° Obtenir la mise en marche *immédiate* du chronomètre *dès la première secousse.*

Il est facile dès lors, en comparant l'heure d'un observatoire avec celle qu'indique le chronomètre, de remonter à l'heure où s'est produit l'ébranlement. Il serait désirable que cette modification, dont M. Kilian se propose du reste de donner une description détaillée, soit effectuée dans d'autres stations séismiques.

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société dans la séance du 20 Mars 1893.

FROSSARD, Minéraux pyrénéens ; Gisements de l'axinite dans les Pyrénées. — HARLÉ, Le repaire de Roc-Traïcat et notes sur des Megaceros, Castors, Hyènes, Saïgas et divers rongeurs quaternaires du Sud-Ouest de la France. — KILIAN, Sur quelques Ammonites appartenant au Muséum d'Histoire naturelle de Lyon ; Une coupe transversale des Alpes françaises; Sur l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Gréoux et sur l'âge de ces dislocations ; Nouvelles observations géologiques dans les Alpes françaises. — NICKLÈS, Application de la photographie au dessin des cloisons des Ammonites. — A. v. REINACH. Der Untergrund von Hanau und seiner nächsten Umgebung.

N° 7 Séance générale annuelle du 6 Avril 1893

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY, PRÉSIDENT POUR L'ANNÉE 1892.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. Michel Lévy fait part à la Société du décès de M. **Wohlgemuth,** chargé du cours complémentaire de Géologie à la Faculté des Sciences de Nancy ; il exprime les regrets que cette perte fait éprouver à la Société et résume en quelques mots les travaux de M. Wohlgemuth.

M. **Michel Lévy** prononce l'allocution présidentielle (1); il annonce à la Société que la Commission du Prix Viquesnel a désigné comme lauréat pour l'année 1893 M. E. Haug, docteur ès-sciences.

M. **Marcel Bertrand** donne lecture du rapport de la Commission du Prix Fontannes, qui a désigné comme lauréat pour l'année 1893, M. Kilian, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble (2).

M. **Albert Gaudry** présente un mémoire de M. Lebesconte et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur de présenter à la Société géologique un travail de notre savant confrère de Rennes, M. Lebesconte, intitulé *Etude géologique sur l'Ouest de la France*. Ce travail renferme l'indication des différentes assises des terrains primaires, tertiaires et quaternaires qui constituent la Bretagne et une partie de la Normandie. Je crois devoir faire remarquer que ce mémoire, malgré ses détails techniques, n'a pas été fait pour une Société de géologues, mais pour une Société qui embrasse les diverses branches des sciences et de la médecine. La Société géologique de France ne peut qu'être heureuse de voir la diffusion des sciences géologiques dans notre pays. »

(1) L'allocution paraîtra in-extenso dans les Notes et Mémoires.
(2) Ce rapport paraîtra in-extenso dans les Notes et Mémoires.

Ce Compte-Rendu paraît deux fois par mois.

M. **de Lacvivier** offre à la Société un travail qu'il vient de publier dans le *Bulletin des services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines*. Ce mémoire est intitulé : *Note sur la distribution géographique et sur l'âge géologique des ophites et des lherzolites de l'Ariège*.

M. **W. Kilian** entretient la Société, au nom de M. **Zürcher** et au sien, de la structure géologique des environs d'Escragnolles (Alpes-Maritimes). Les chaînes subalpines, suite de celles des Basses-Alpes et du Dauphiné et dirigées ici sensiblement E.-O., se montrent formées d'une série de plis-failles inverses déversés vers le S. et *empilés* de façon à réaliser un type remarquable de « Schuppenstruktur » ou structure imbriquée.

Une coupe à peu près N.-S., menée d'Andon à Fayence, met en évidence cette structure intéressante et montre, avec un pendage uniforme vers le N., *sept* anticlinaux dont quelques-uns font apparaître l'Infralias. On remarque que tous ces plis, plus ou moins étirés, sont couchés vers le bord extérieur des Alpes, et vers la dépression qui sépare la chaîne alpine de l'Esterel. A ces accidents viennent s'ajouter au N. de Mons des plis N.-S. (Ravin du Fil, Colle de Mons), c'est-à-dire suivant une direction perpendiculaire à la précédente. Les conglomérats éocènes ont été disloqués par ces plis qui, comme les précédents, doivent s'être produits à la fin des temps tertiaires (plissements subalpins).

Dans le ravin de St-Martin, on remarque une série de petites cassures ayant affecté le Jurassique supérieur, mais recouvertes par des dépôts néocomiens non disloqués. Ces petites failles, dont les lèvres montrent du reste la trace des érosions (Lithophages) de la mer hauterivienne, sont donc nettement *antérieures au Néocomien*

4° L'absence totale de l'Aptien ; le Gault ravinant les bancs glauconieux du Barrémien. Cette lacune, comme celles qui correspondent au Lias et au Valanginien, est due probablement au voisinage de l'ancien continent des Maures et de l'Esterel.

MM. Zürcher et Kilian se proposent du reste de décrire en détail la série des assises qui forment cette partie de la bordure subalpine et qu'ils étudient depuis quelques années déjà.

M. **Roussel** présente quelques observations relatives au niveau de certains Rudistes récemment déterminés par M. Douvillé.

L'*Hippurites giganteus*, l'*Hip. Gosaviensis* et l'*Hip. inferus*, trouvés la Pourteille (Bugarach), appartiennent probablement à cet horizon du Turonien supérieur dans lequel on trouve, à Padern, *Mammites Rochebrunei*, *Tissotia Galiennei*, *Pachydiscus Pailleteanus*.

Au ruisseau de la Blanque, près de Lauzadel, on observe de bas en haut :

1° Calcaire à *Hippurites inferus*.
2° Calcaire marneux à *Hip. Gosaviensis*.
3° Calcaire à *Micraster brevis* et *Hip. corbaricus*.

C'est par erreur que les *Hip. Gosaviensis* de ce point avaient été signalés à M. Douvillé comme appartenant à l'assise à *Micraster brevis* (voir le numéro 4 des comptes-rendus sommaires).

A Lauzadel, M. Roussel a détaché, en présence de MM. Carez et de Grossouvre, d'un bloc de calcaire homogène, un exemplaire d'*Hipp. corbaricus* et un autre rudiste resté d'abord indéterminé, mais que M. Douvillé n'a pas hésité à rapporter au genre *Caprina*.

Les Caprines sont, du reste, communes à ce niveau et on les trouve non seulement dans les Pyrénées de l'Aude, mais encore dans celles de l'Ariège.

Dans cette dernière région, M. Roussel a recueilli près de Gabachon, avec le concours de M. Canol, *Hippurites striatus*, *Hipp. biaculatus* et *Hipp. sulcatoides* qu'on n'y avait pas encore signalés. Ces fossiles ont été trouvés dans une assise de marnes jaunâtres et quelques-uns ont été extraits de la roche même. Malgré cela, il y avait lieu de se demander s'ils ne provenaient pas d'un banc de calcaire situé au-dessus. M. Douvillé en a fait sectionner quelques exemplaires, et il est facile de reconnaître, par la gangue de remplissage, qu'ils proviennent des couches marneuses.

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. **Ezequiel Ordoñez,** Ingénieur de la Commission géologique du Mexique, présenté par MM. de Lapparent et Nicklès.

M. **de Lapparent** offre à la Société le quatrième fascicule de la deuxième partie de son *Traité de Géologie.*

M. **Carez** offre à la Société le troisième fascicule du tome VIII de l'*Annuaire géologique universel.*

M. **Chaper** fait une communication *sur un gîte cuivreux d'origine volcanique du Caucase méridional* (1).

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société dans les séances du 6 et du 10 Avril 1893.

Annuaire géologique universel, tome VIII, 3e fascicule (Géologie régionale). — FICHEUR, Notice géographique et géologique sur la Kabylie; Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans l'Atlas de Blida (Algérie). — W. von. GUMBEL, Geologische Mittheilungen über die Mineralquellen von St. Moritz im Oberengadin und of ihre Nachbarschaft. — C. DE LACVIVIER, Note sur la distribution géographique et sur l'âge géologique des ophites et des lherzolites de l'Ariège. — A. DE LAPPARENT, Traité de Géologie, 3e édition, deuxième partie, fascicule quatrième. — LEBESCONTE, Etude géolo-

N° 9 Séance du 24 Avril 1893

PRÉSIDENCE DE M. CAREZ, VICE-PRÉSIDENT.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. G. Dollfus présente au nom de M. P. Gauchery, ingénieur à Vierzon, et en son nom, un opuscule intitulé : *Essai sur la géologie de la Sologne*, extrait de la *Feuille des jeunes naturalistes*. Cette région naturelle peut se subdiviser en trois sous-régions ; au nord, en une large bordure le long de la Loire, règnent des sables diluviens très puissants, bien distincts des sables de la Sologne par leur composition et qui appartiennent à une haute terrasse quaternaire de la Loire ; au sud et à l'est, sur le versant du Cher et dans le Sancerrois, surgit l'argile à silex, très puissante aussi ; au centre et à l'ouest affluent les sables propres de la Sologne, souvent masqués par une alluvion locale et une altération superficielle qui a pu tromper bien des observateurs sur leur nature véritable. Dans les bonnes coupes, comme à la tuilerie mécanique de la Ferté-St-Aubin, on voit que les sables de la Sologne se composent d'une alternance de couches de sables demi-fins purs et d'argile pure; rarement les deux matières sont réunies dans la même couche en un magma argilo-sableux. Un forage à Mazères a traversé les sables de la Sologne sur 54 mètres et le calcaire de Beauce a été rencontré au-dessous jusqu'à 102 m., sans que la craie ait été atteinte. D'autres forages leur ont trouvé une puissance de 7 à 60 mètres, et le contact du calcaire de Beauce était à une altitude différente, décelant une vaste ondulation souterraine des assises. Un axe anticlinal central (axe de Fontaine Raoul) est orienté de Beaugency au sud de Sancerre, un autre moins important est parallèle au nord, passant par Vanne. Un troisième plus au sud (axe de la Forêt de Blois) passe près Romorantin et au nord de Vierzon.

Le bassin solognais est presque complet, entouré par le calcaire de Beauce découvert en affleurement dans la vallée de la Rère de Romorantin au Theilley au N. de Vierzon, et circonscrit par les

diverses assises des étages crétacés Sénonien, Turonien, Cénomanien, qui affleurent concentriquement à l'est sous l'argile à silex, car des fossiles recueillis avec soin dans l'argile à silex permettent d'établir l'existence souterraine de tous ces étages et de leurs principales subdivisions.

Nous pensons que les sables de la Sologne ont participé au soulèvement et à la rupture de la faille du Sancerrois. Les sables de la Sologne sont un vaste alluvionnement d'âge miocène qu'on peut difficilement distinguer des sables de l'Orléanais et qui prenait son origine au Plateau central ; les sables granitiques désagrégés débouchaient des hautes vallées du massif ancien ; on peut les suivre depuis la Sologne bourbonnaise au confluent de la Loire et de l'Allier au contact du granite jusque sur les hauts plateaux du Cher ; franchissant la Loire, ils couvraient la Beauce et s'étendaient à l'ouest de Paris ; ils paraissent s'être déversés dans la Manche d'alors vers Honfleur. La Brenne est identique à la Sologne, et sur les hauts plateaux du Périgord, des Causses, etc., dans la côte chalonnaise, on reconnaît des sables granitiques formant autour du Plateau central une vaste auréole rayonnante témoignant de l'ancienne destruction d'un puissant massif.

M. **Schlumberger** présente une note sur deux genres nouveaux de Foraminifères, les *Trillina* de l'Eocène de Muddy Crick, près Victoria (Australie), et *Linderina* de l'Eocène de Bruges, dans la Gironde (1).

M. **Marcel Bertrand** fait au nom de M. **Termier** une communication sur le Permien du massif de la Vanoise (2).

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. W. Ramsay, Privatdocent, à l'Université d'Helsingfors, présenté par MM. Fouqué et Lacroix.

M. **M. Boule** offre à la Société un exemplaire d'une note intitulée : *L'homme paléolithique dans l'Amérique du Nord.*

Ayant eu l'occasion, lors de son voyage aux Etats-Unis, en 1891, d'étudier les collections d'archéologie préhistorique de la *Smithsonian Institution* et de *Peabody Museum* et de visiter les graviers de Trenton où M. Abbott a trouvé des pierres taillées par l'homme, l'auteur résume les observations qu'il a pu faire et donne les raisons qui le portent à croire à l'authenticité des découvertes du Dr Abbott, violemment attaquées actuellement par MM. Holmes, Brinton, Mac Gee, etc.

M. **G. Dollfus** communique à la Société les premiers résultats de ses nouvelles recherches sur les Sables de Fontainebleau, au Sud-Ouest de Paris.

En 1886, M. Douvillé a indiqué, dans une note importante présentée à la Société Géologique, que les alignements bien connus des collines aux environs de Fontainebleau n'étaient pas dus à des ravinements quaternaires diluviens parallèles, mais correspondaient à une alternance de bandes gréseuses résistantes et de bandes purement sableuses sur lesquelles la dénudation locale avait eu plus de prise. Il a montré que le grès n'était jamais en contact direct avec le calcaire de Beauce qui le recouvre souvent, et que les bandes gréseuses ou *Rochers* étaient souvent plus élevées que les régions sableuses intermédiaires couvertes de calcaire de Beauce et nommées *Monts*. M. Dollfus a poursuivi hors de la région de Fontainebleau l'examen des bandes gréseuses et sableuses et les a trouvées remarquablement continues et régulières : ce qui fait qu'on ne les a pas distinguées jusqu'ici, c'est qu'elles sont coupées par les vallées, couvertes d'un épais manteau de couches plus récentes ou réduites par la dénudation. La direction des bandes est presque rectiligne de l'E.S.E. à l'O.N.O. ; sur la carte de l'État-Major, leur trace se projette en une vaste courbe

comme un grand cercle dont la convexité est du côté Sud-Sud-Ouest.

Elles sont ainsi sensiblement parallèles aux anticlinaux et aux synclinaux dont j'ai indiqué la trace dans le bassin de Paris; mais elles sont bien plus nombreuses que les ondulations du sous-sol éocène et crétacé. L'alternance des bandes solides gréseuses et des bandes purement sableuses plus meubles bien orientées donne l'explication du parallélisme singulier des vallées des grands plateaux au sud de Paris. Pour fixer les idées, une bande gréseuse principale, qui peut prendre le nom de *bande du Calvaire de Fontainebleau* et qui paraît coïncider avec l'anticlinal de la région, a une largeur de 1000 mètres; elle vient de Montereau et de Samoreau, passe à la gare de Fontainebleau, traverse la forêt jusqu'à Barbison formant les beaux amoncellements des gorges d'Apremont; nous la suivons à Fleury-en-Bière, aux Rochers de Videlles, à la Ferté-Alais, à Chamarande, où elle coupe la vallée de la Juine. Sa largeur est ici de 960 mètres. On l'exploite dans la vallée de la Remarde aux grandes carrières de Souzy; dans la vallée de l'Orge au-dessus de St-Chéron, le front d'abattage n'a pas moins de 950 mètres; nous l'avons poursuivie à Rochefort en Yveline, Clairfontaine, aux environs de Rambouillet et elle doit gagner Houdan: nous la connaissons sur une longueur de 110 kilomètres.

Sur le bord des bandes, au contact de sables, les grès sont concrétionnés et prennent un aspect des plus bizarres, c'est la « naissance de masse » des ouvriers. Une bande purement sableuse, large de 2.200 m., règne au sud de la bande gréseuse que nous venons de jalonner; c'est sur elle que la ville de Fontainebleau est bâtie; elle se poursuit par Courances, Cerny, Etrechy, Villeconin, Sermaize près St-Arnoult et Broué sur la feuille de Chartres. La

sition géographique spéciale et variée des grès sous une couverture uniforme de calcaires ou de meulière de Beauce, fournit la preuve que le ciment des grès n'a pas été fourni par des infiltrations des eaux provenant des calcaires de Beauce, le grès était certainement déjà formé au moment du dépôt de la formation de Beauce.

Le ciment du grès est très différent de celui que peut fournir le calcaire, car si nous observons le mode de production des grès rhomboédriques dits calcaire rhomboïdal inverse, nous voyons que cette agglutination curieuse n'apparaît que *sous* les tables gréseuses, qu'elle provient d'un transport du ciment des grès et n'a jamais été trouvée sur les masses ; les infiltrations de Beauce sont impuissantes à la produire.

Dès maintenant on peut prévoir diverses conséquences intéressantes ; on pourra découvrir l'origine de blocs gréseux, isolés, dispersés au loin dans la région crétacée, en les rattachant à des bandes connues (grès sauvages, grès ladères, blocs druidiques) et agrandir la surface d'extension de la mer des sables de Fontainebleau hors de la région tertiaire. On pourra expliquer l'origine des énormes blocs gréseux qu'on rencontre dans certaines sablières quaternaires au fond des vallées et dont le transport supposé exceptionnel avait fait recourir à l'hypothèse glaciaire ; ces blocs sont simplement tombés, par déchaussement sur place, d'une situation qu'ils occupaient dans une bande gréseuse qui coupait autrefois la vallée avant qu'elle ait commencé à se produire.

Dans la région d'Épernon, que j'ai étudiée avec détail, les bandes de grès sont fort voisines du rivage de la mer de Fontainebleau ; on les voit formant des crêtes beaucoup plus élevées que le calcaire de Beauce qui s'est déposé en contrebas dans les selles ; on trouve alors le plus volontiers dans ces points bas le calcaire de Beauce débutant par des assises ligniteuses et palustres.

Quant à l'origine et au mode de formation même de ces bandes gréseuses, on peut dire qu'ils nous restent inconnus ; il nous suffit pour le présent d'avoir reconnu les faits, leur généralité, leur importance géologique et géographique et même leur valeur industrielle, qui permet d'indiquer des points aujourd'hui complètement cachés comme susceptibles d'exploitation.

M. **Labat** présente quelques observations sur le mode de formation des grès et leur consistance.

M. **L. Carez** a souvent constaté, comme M. G. Dollfus vient de l'exposer, que le niveau de la base du calcaire de Beauce était à une

moindre altitude dans l'intervalle des bandes de grès de Fontainebleau, qu'au-dessus de ces grès eux-mêmes.

Mais il a vu fréquemment les bancs ligniteux ou les couches à *Potamides* au-dessus des grès et pense que la différence de niveau constatée n'est pas originelle. Pour lui, au contraire, elle a été produite par les grandes érosions quaternaires qui ont affouillé les parties sableuses et ont fait de la sorte descendre le calcaire de Beauce sur les flancs des coteaux. Il ne croit pas que les ondulations persistent dans l'intérieur des plateaux ; il n'existe malheureusement pas de coupes permettant de vérifier le fait.

CORRESPONDANCE

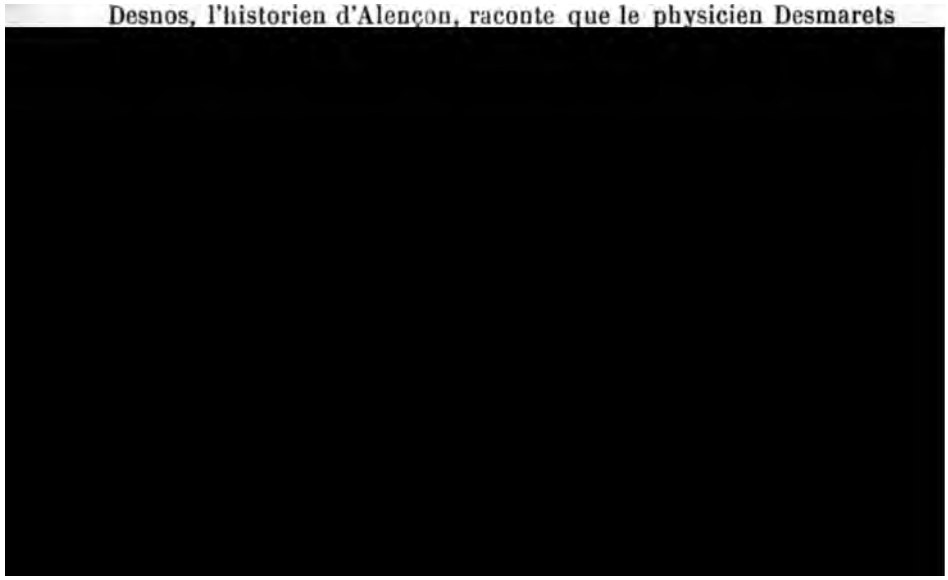
SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE

Séance du 5 Décembre 1892.

Dans la séance de la Société linnéenne de Normandie du 5 décembre 1892. M. **Letellier,** conservateur du musée d'Alençon, a présenté une étude du lambeau de Bajocien siliceux sur lequel est bâtie en partie la ville d'Alençon, et que, depuis Desnoyers, on appelle *arkose d'Alençon.*

A une époque fort ancienne, probablement antérieure au VIIIe siècle, on en faisait des meules à moudre le grain ; plus tard, on l'employa comme moëllon dans les constructions de la ville, en pavés pour ses routes et enfin en macadam.

La première mention écrite de cette roche remonte à 1787. Odolant Desnos, l'historien d'Alençon, raconte que le physicien Desmarets



130m et les sous-sols des trois quarts de la ville ; elle forme ensuite une ride saillante, atteignant 160m, sur les flancs de laquelle s'appuie la grande Oolithe, superficielle à l'E, masquée par des alluvions quaternaires à l'O.

Le deuxième, à Condé-sur-Sarthe, longe la granulite.

Le troisième à Valframbert, est environnée par la grande Oolithe et le Callovien.

L'arkose repose directement sur la granulite, dont la surface est altérée et réduite en kaolin ou en sable graveleux formant dans la ville la couche aquifère où s'alimentent tous les puits. Sa puissance ne dépasse pas 4 à 5 m. dans les vallées de la ville ; elle peut atteindre 10 à 15 m. au N.-O.

On trouve dans l'arkose d'Alençon les fossiles du Bajocien, notamment : *Rh. Wrightii* Davids., *Rh. quadriplicata* d'Orb., *Tereb. perovalis* Sow. *T. sphæroidalis* Sow. *T. submaxillata*, *Pygaster semisulcatus*. Ag., etc. et le Bajocien calcaire ordinaire lui est juxtaposé.

L'arkose se rapporte donc à l'étage Bajocien.

Dans sa constitution générale, l'arkose d'Alençon est un grès formé des éléments du granite, réunis par un ciment siliceux et barytifère, plus ou moins calcarifère et ferrugineux. Mais les variétés sont innombrables, suivant la prédominance de tel ou tel des éléments, leur mode d'agrégation, la couleur, les minéraux accidentels.

On peut voir au Museum une petite série des principales variétés récemment envoyée par l'auteur, sur la demande de M. le professeur de Géologie.

On a émis différentes hypothèses sur la formation de cettearkose.

Blavier considère la partie non stratifiée, avec plomb sulfuré, comme d'origine ignée. Boblaye y voit « la matière siliceuse en dissolution, cimentant les débris de granite déjà décomposé à une profondeur considérable ». D'autres n'y voient que des décalcifications.

L'auteur se range à l'hypothèse de Boblaye, en le développant et le complétant légèrement.

Le plateau de granite sur lequel repose l'arkose était absolument dénudé lorsqu'il fut envahi par la mer bajocienne qui en désagrégea la surface. L'eau, pénétrant dans le granite par les fissures et par imbibition, s'y mêlait avec les émanations gazeuses d'acide carbonique, d'acide sulfhydrique, de métaux et de composés métalliques dont l existence est prouvée par les sulfures de fer, de plomb, de zinc, l'oxyde de manganèse et la barytine qu'on trouve dans l'arkose. Le feldspath et le mica étaient décomposés et il se formait des silicates

et des bicarbonates alcalins solubles. Ensuite, les silicates étaient partiellement décomposés, une partie de la silice était précipitée et empâtait les graviers et les animaux marins amenés par les courants. Enfin, les dépôts siliceux se sont fissurés par retrait pour former les blocs irréguliers, sans stratification, qu'on observe partout dans les carrières.

La roche siliceuse stratifiée, qu'on voit par places sur les flancs des massifs, s'explique par la décalcification des roches silico-calcaires qui s'y déposaient, à distance des centres d'émanation interne.

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société dans les séances du 24 Avril et du 2 Mai 1893

E. Badel, Jules Wohlgemuth, sa vie, sa mort, ses funérailles. — L. Duparc et L. Mrazec, Sur quelques bombes volcaniques de l'Etna. — Sur un schiste à chloritoïde des Carpathes. — F. Sacco, Il delfino pliocenico di camerano casasco — Le zone terziarie di Varnasca e Vigoleno nel piacentino.— Origine del sottosuelo torinese.— L'anfiteatro morenico del lago maggiore. — L'appennino settentrionale (parte centrale).—Il bacino terziaro i quaternario del Piemonte (avec carte). — Stefano Traverso, Forme lenticolari dell' argilla in Bŏgnanco (Ossola). — Quartziti e scisti metamorfici del Sarrabus (Sardegna).

N° 11 — Séance du 15 Mai 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce trois présentations.

Il fait part à la Société du décès de M. **Debray**, Conducteur principal des ponts-et-chaussées, en retraite, membre de la Société géologique depuis 1873.

M. **Cotteau** présente la 29me livraison de la *Paléontologie française*, comprenant la description des genres *Gagaria* Duncan, *Cœlopleurus* Agassiz et *Baueria* Nœtling.

Il insiste surtout sur les espèces du genre *Cœlopleurus*, au nombre de sept.

Deux espèces, appartenant au terrain Éocène moyen, ont été rencontrées dans le bassin parisien :

Cœlopleurus radiatus Agassiz très anciennement connu et *Cœlopleurus Douvillei*, que M. Cotteau a cru devoir en séparer, et qui s'en distingue par son aspect beaucoup plus granuleux, par ses aires interambulacraires garnies de stries granuleuses au lieu d'être lisses, par la présence sur chacune des plaques génitales d'un gros tubercule correspondant au milieu des aires interambulacraires.

Deux espèces également se rencontrent dans le bassin du Sud-Ouest : la première, *Cœlopleurus Delbosi* caractérise l'Éocène de St-Palais (Charente-Inférieure) ; la seconde, remarquable par sa grande taille, par ses aires ambulacraires saillantes, a été recueillie dans l'Éocène moyen des environs de Blaye (Gironde).

Trois espèces, *Cœlopleurus coronalis* Agassiz, *C. Agassizi* d'Archiac et *C. Munieri* Cotteau, font partie de l'Éocène supérieur et ont été rencontrées dans les falaises de Biarritz. La première, *C. coronalis*, décrite et figurée pour la première fois par Klein, en 1734, a servi de type au genre *Cœlopleurus*. Assez commune en Espagne, elle est beaucoup plus rare à Biarritz, où quelques exemplaires seulement ont été recueillis. La seconde espèce, *C. Agassizi*, a été considérée à tort par

M. Nœtling comme un des types de son genre *Baueria* ; c'est par tous ses caractères, ainsi que le démontre M. Cotteau, un véritable *Cœlopleurus*. — Le *C. Munieri*, dont la taille est très petite, ne saurait être considéré comme le jeune du *C. Agassizi* avec lequel il se trouve associé dans les roches de la Goureppe ; il s'en distingue nettement par sa forme plus pentagonale, par ses aires ambulacraires plus renflées, par sa face inférieure plus finement striée sur le pourtour du péristome, et enfin par la présence, sur chacune des plaques génitales, d'un gros tubercule isolé.

Le genre *Baueria* Nœtling, que caractérise l'absence complète, sur la face supérieure, de tubercules ambulacraires, et la finesse des ornements qui recouvrent les aires interambulacraires, n'est représenté, en France, que par une seule espèce, *Baueria Rousseli* Cotteau, de Montlaur (Aude).

M. **Cotteau** présente également le *onzième fascicule* des *Echinides nouveaux ou peu connus*. Parmi les espèces décrites et figurées, il signale *Cyphosoma Engolismense* Arnaud, chez lequel sont conservées les plaques anales de l'appareil apical, qui, en raison de leur nombre et de leur fragilité, ont disparu dans tous les exemplaires connus jusqu'ici ; *Hemipneustes Arnaudi*, du Sénonien supérieur de Sergeac (Dordogne), remarquable par sa forme échancrée en avant, tronquée en arrière, par sa face supérieure élevée, déclive en forme de toit, marquée d'une double et forte carène dans la région antérieure, par sa face inférieure plane et tranchante sur les bords ; *Strictechinus Pouechi* Cotteau, espèce de petite taille, globuleuse et arrondie en dessous, voisine des *Psammechinus* et dont nous avons fait le type d'un genre nouveau caractérisé par ses

rencontre associé, il s'en distingue par plusieurs caractères et notamment par ses tubercules interambulacraires formant, vers l'ambitus et à la face inférieure, six rangées au lieu de quatre.

M. **Haug** présente un article sur le *Trias alpin*, qu'il vient de publier dans le numéro du 30 avril 1893 de la *Revue générale des Sciences*. Il rappelle les essais qui ont été tentés pour paralléliser le Trias classique de l'Europe occidentale avec le Trias alpin et insiste sur la nécessité de considérer le « Muschelkalk alpin », c'est-à-dire les zones à *Ceratites binodosus* et à *Ceratites trinodosus*, comme l'équivalent du Wellenkalk seulement et non de la totalité du Muschelkalk des régions septentrionales ; l'équivalent des couches à *Ceratites nodosus* devant être cherché à peu près dans le Carnien des Alpes. M. Haug montre également les conclusions qui ressortent, pour la classification des couches triasiques, de la succession des faunes dans les calcaires de Hallstadt, telle que M. von Mojsisovics l'a établie dans une note récente. Le nom d'étage Norien, qui prête à confusion, paraît devoir être abandonné et celui d'étage Tyrolien, proposé par M. de Lapparent, peut être appliqué avantageusement à la série s'étendant des couches de Buchenstein aux couches de Raibl inclusivement. Cette série pourra être divisée en deux sous-étages, le Ladinien de M. Bittner (Norien méditerranéen de M. von Mojsisovics) et le Carnien. Elle supporte l'étage Juvavien constituant le terme supérieur du Trias alpin.

M. Haug expose également les raisons qui ont amené M. von Mojsisovics à renoncer à la théorie des deux provinces zoogéographiques méditerranéenne et juvavique, dictinctes à l'époque norienne.

M. **Munier-Chalmas** fait les observations suivantes :

Les nouveaux travaux de Mojsisovics ont fait faire un grand pas à la classification du Trias alpin. M. Haug, dans un article récent, a donné un excellent résumé de la question.

Il me semble cependant que l'on pourrait modifier un peu le parallélisme qui a été fait entre les assises inférieures et moyennes du Trias occidental et du Trias alpin.

Je rappellerai très brièvement que le Grès Vosgien est un terme puissant dont il faut tenir compte ; il manque sur le bord du Plateau central. Le Grès Bigarré, qui est souvent indépendant du Grès Vosgien par suite de sa grande transgressivité, arrive seul sur le bord du Plateau central.

En Thuringe, dans le Röth, équivalent du Grès Bigarré, on a trouvé *Beneckeia* (*Ceratites*) *tenuis*, forme très voisine des espèces du Wellenkalk. Enfin dans le Wellenkalk, avec les *Beneckeia Buchi*, on a rencontré près de Berlin le *Ceratites trinodosus* qui peut permettre d'établir le tableau suivant, montrant le parallélisme des couches inférieures et moyennes du Trias des régions occidentale et alpine.

		VOSGES, THURINGE, etc.	ALPES MÉRIDIONALES	
Trias supérieur (base)	Muschelkalk supérieur	*Ceratites nodosus*	Trachyceras tyroliens	Tyrolien base
Trias moyen	Wellenkalk	*Ceratites trinodosus* *Beneckeia Buchi*	*Ceratites trinodosus*	Virglorien
	Grès Bigarré	*Beneckeia tenuis*	*Ceratites binodosus*	
Trias inférieur	Grès Vosgien	Non fossilifère	*Tyrolites Cassianus*	Werfénien

M. **Carez** offre à la Société le 4e fascicule de l'*Annuaire géologique universel* (1891). Ce fascicule renferme la Revue de paléontologie pour l'année 1891, dirigée par M. **Douvillé.**

M. **Marcel Bertrand** rend compte de quelques observations récentes dans le voisinage des *bandes triasiques*, qui, bien mises en évidence par les cartes de MM. Collot et Zurcher, semblent traverser en écharpe les autres plis de la *Provence*. Dans les courts

Près de Rians cependant, il en est autrement pour un pli anticlinal est-ouest (celui de Mont-Major), qui, en arrivant à la bande triasique dirigée nord-sud, au lieu de s'arrêter ou de s'infléchir, la pénètre comme de vive force, en se tordant par une double sinuosité. Il en est de même du pli synclinal qui l'accompagne au sud. La bande triasique a ici manifestement fonctionné comme obstacle. Il faudrait conclure, du rapprochement de ces apparences diverses, que l'emplacement de la bande triasique était déjà *spécialisé* avant le plissement principal, que cette spécialisation, de quelque nature qu'elle ait été, a fait de cette bande une *ligne directrice imposée* aux plissements subséquents. L'accommodation de cette direction imposée et de celles qui résultaient des nouveaux efforts, s'est faite généralement sans violence par des déviations à large courbure; en quelques points seulement les directions se sont trouvées inconciliables et il y a eu pénétration brutale des plis les uns dans les autres.

M. **Choffat** présente quelques observations sur les vallées tiphoniques du Portugal.

M. **Haug** cite des exemples de gypses triasiques pointant au milieu de couches plus récentes, telles que les schistes calloviens. Il a observé ces pointements dans plusieurs localités des Basses-Alpes et des Hautes-Alpes et les a comparés aux vallées tiphoniques du Portugal dans son dernier rapport au Directeur du Service de la Carte géologique. Il croit que la disparition des terrains intermédiaires sur le bord des pointements doit être attribuée à des dislocations locales.

M. **Marcel Bertrand** fait remarquer que, près de Castellane, les suppressions de terrains vont jusqu'à montrer le gypse, certainement triasique, isolé au milieu du Crétacé. On est en face d'un phénomène très général, puisque avec des apparences très semblables, et toujours lié à la présence du Trias, il se retrouve en Portugal, dans les Pyrénées, en Provence et dans les Alpes. Il croit que les plissements ont contribué à mettre ce phénomène en évidence, peut-être à l'accentuer, mais qu'ils n'en sont pas la cause première. Seulement cette cause première (plissements antérieurs avec dénudation, dissolutions, gonflement d'anhydrite?) nous échappe encore, et aucune des hypothèses proposées ne permet d'explication suffisante. C'est dans les pays *les moins plissés*, et en particulier en Portugal, qu'on peut espérer trouver la solution.

M. **Munier-Chalmas** présente à la Société une note de M. **Sarasin** *sur les Oppelia du groupe de l'Oppelia Nisus et les Sonneratia du groupe de Son. bicurvata et Son. raresulcata.*

M. Munier-Chalmas fait remarquer que ce travail a une très grande importance au point de vue paléontologique. M. Sarasin a mis en évidence que l'on confondait sous les noms d'*Ammonites Nisus* et d'*Ammonites bicurvatus* plusieurs espèces appartenant aux genres *Oppelia* et *Sonneratia;* il est arrivé à ce résultat en étudiant les matériaux des collections paléontologiques de l'Ecole des Mines et de la Sorbonne et en appliquant surtout, pour développer les cloisons sur un plan, les nouveaux procédés photographiques qui ont donné à M. Nicklès des résultats si intéressants.

M. Munier-Chalmas fait remarquer que ce procédé seul pourra permettre d'établir avec exactitude les relations et les modifications qui existent entre les lobes des différents groupes; jusqu'à présent, à l'exception d'un petit nombre de cas, les dessinateurs ont représenté des lobes inexacts et plus ou moins fantaisistes.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les deux notes suivantes :
Le genre Bathysiphon à l'état fossile, par M. **F. Sacco.**
Sur le Quaternaire du Mas d'Azil, par M. **Tardy.**

CORRESPONDANCE

SOCIÉTÉ DE STATISTIQUE DE L'ISÈRE

Séance du 8 Mai 1893.

région caractérisaient non seulement la zone à *Ludwigia Murchisonæ*, mais encore des niveaux plus élevés.

En effet le gisement de la Table a fourni *Phylloceras Nilssoni* Héb. sp, *Phyll.* cf. *flabellatum* Neum. sp., *Lytoceras* sp. du gr. de *L. Adeloides* Kud. sp., *Ludwigia Murchisonæ* Sow. sp., mais aussi *Sonninia Sowerbyi* Miller sp. et *Sphæroceras Polyschides* Waag. sp., espèces caractéristiques de la zone à *Sphæroceras Sauzei*.

De plus à Etable, il a trouvé *Hyperlioceras discites* Waag. sp., *H. subdiscoideum* Buckman sp., *qui établissent nettement la présence de la zone à Harpoceras concavum dans cette région où elle n'avait pas encore été signalée.*

En terminant, M. Paquier fait part à la Société de *la découverte du Bajocien dans la chaîne de Belledonne, aux environs de Grenoble.* Vers le Pinet d'Uriage et dans la gorge de la combe de Lancey, malgré d'épais dépôts superficiels qui masquent complètement le substratum, il a pu reconnaître la présence de schistes à rognons calcaires identiques à ceux de la Savoie. Ces couches lui ont fourni des fossiles parmi lesquels un exemplaire de *Ludwigia* du gr. de *L. Murchisonæ* Sow. et *Lioceras concavum* Sow. sp.

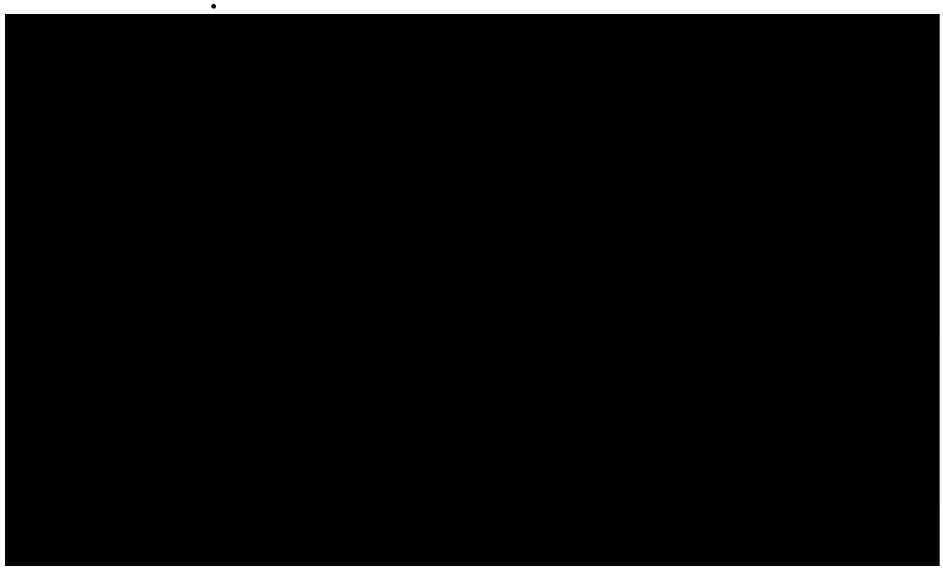
M. **P. Lory** a, de son côté, exploré les affleurements bajociens qui occupent de grandes étendues sur les pentes inférieures de la montagne de la Tailla ; il y a recueilli *Phylloceras tatricum* Pusch. sp., *Phylloceras Mensæ* Dum. sp. (voisin de *Ph. flabellatum* Neum.) et un exemplaire jeune de *Sonninia* ; on lui a remis, en outre, un moule de *Ludwigia Murchisonæ* Sow. sp. var. *falcata* Quenst. Dans les ravins débouchant en face de St-Pierre-d'Allevard, on rencontre plusieurs niveaux distincts de *schistes à miches.*

Le même observateur signale sur le territoire de Theys deux faits intéressants : l'existence, près du hameau de l'Envers, de *Amaltheus margaritatus* Montf. dans des calcaires à Bélemnites alternant avec des schistes noirs, et, au-dessus du col de Bariot, celle d'un affleurement de *Spilite* (*Mélaphyre*), le premier que l'on indique avec certitude dans le Massif d'Allevard.

M. P. Lory présente ensuite quelques photographies géologiques prises par lui, sous la direction de M. Kilian, en Provence (environs d'Escragnolles) et dans le Jura (vallée de la Loue).

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société dans la séance du 15 Mai 1893.

M. BOULE, L'homme paléolithique dans l'Amérique du Nord. — P. CHOFFAT, Description de la Faune jurassique du Portugal; Mollusques Lamellibranches : Siphonida, 1re livraison, 9 planches. — COTTEAU, La Géologie au congrès de Pau ; Echinides nouveaux ou peu connus (11e article). — DEGRANGE-TOUZIN, Etude sur la faune terrestre, lacustre et fluviatile de l'Oligocène supérieur et du Miocène dans le Sud-Ouest de la France et principalement dans la Gironde; affinités de cette faune avec celle des dépôts lacustres du bassin de Mayence. — E. HAUG, Le Trias alpin. — GILLOT, Notice bibliographique sur J. Collenot. — ROBERT T. HILL, Notes on the Texas-new mexican region. The deep artesian boring at galveston, Texas. The occurence of hematite and martite iron ores in Mexico, with notes on the associated igneous rocks, by W. CROSS. The cretaceous formations of Mexico and their relations to north american geographic development. The geologic evolution of the nonmountainous topography of the Texas region, an introduction to the study of the great plains. — H. HOWORTH, The glacial nightmare and the flood (2 volumes). — J. MARCOU, On the classification of the Dyas, Trias and Jura in North-West Texas. Second supplément to « Mapoteca geologica americana », 1752-1881. A little more light on the United states geological SURVEY. Souvenirs d'un géologue sur Panama et le canal de Panama. — J. WOLFF and R. TARR, Acmite Trachyte from the Crazy mountains, Montana.



N° 12 — Séance du 5 Juin 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Brive**, préparateur à l'Ecole des Sciences d'Alger :

Blayac, collaborateur à la Carte géologique de l'Algérie :

Répelin, collaborateur à la Carte géologique de l'Algérie ;

présentés par MM. Pomel et Ficheur.

Le Président annonce une présentation.

Il fait part à la Société du décès de M. **Pilar**, professeur à l'Université à Agram (Croatie) et rappelle les nombreux travaux de notre regretté Confrère.

M. **de Launay** offre à la Société un exemplaire du *Traité des Gites minéraux et métallifères* (1) qu'il vient de publier en utilisant les notes et documents laissés par notre regretté collègue Ed. Fuchs.

Cet ouvrage comprend l'étude successive de toutes les substances minérales utiles (depuis le diamant, le pétrole, le phosphate de chaux jusqu'à l'argent et l'or), la statistique de leur production, la description de leurs principaux gisements méthodiquement classés, l'examen théorique de leur mode de formation et le résumé des questions industrielles relatives à leur extraction.

L'ordre adopté est celui de la chimie, c'est-à-dire que les divers métalloïdes et métaux sont successivement passés en revue. Plusieurs tables permettent, en outre, de retrouver rapidement un renseignement concernant une mine donnée, un pays donné ou un gisement d'une nature donnée. Un soin spécial a été apporté aux figures, cartes géologiques, coupes et plans de mines ainsi qu'à la bibliographie, très développée.

(1) 2 vol. in-8, chez Baudry et Cie. Les notions générales relatives à la formation des Gites métallifères, qu'on pourrait regretter de ne pas trouver traitées ici séparément, ont fait l'objet d'un volume récent dans l'encyclopédie des aide-mémoire Léauté.

Ce Compte-Rendu paraît deux fois par mois.

M. de Launay croit pouvoir appeler l'attention sur toute une partie importante de son travail qui est tirée d'observations personnelles faites sur place dans les mines de France ou de divers pays étrangers, notamment en Norwège et Suède, Sardaigne, Silésie, Espagne, Algérie, etc.

M. **Munier-Chalmas** fait la communication suivante *sur le Stampien supérieur et sur les grès de Fontainebleau.*

M. Dollfus a démontré, dans la dernière séance, que les bandes de grès de Fontainebleau étaient alignées d'une manière générale de l'E. S. E. à l'O. N. O., c'est-à dire qu'elles suivaient la direction des principaux plis qu'il a signalés dans le Bassin de Paris. J'ai été conduit de mon côté à étudier les rapports qui existent entre les bandes de grès du Stampien et celles du Bartonien (zone de Beauchamp). Avant de parler de l'origine de ces masses, je désire appeler l'attention sur le Stampien supérieur.

Le Stampien, comme on le sait, présente trois zones marines principales :

1° Assises de Jeurre et de Morigny ;

2° Assises de Pierrefitte, etc., qui se terminent par une zone de sables blancs ou de grès ;

3° Assises d'Ormoy.

Le Stampien supérieur, c'est-à-dire la zone d'Ormoy, a, comme équivalent latéral, des dépôts lacustres et subsaumâtres qui prennent, suivant les régions, les *caractères pétrographiques du calcaire de Beauce ou des meulières supérieures ;* il en résulte que le Stampien supérieur non marin a presque toujours été confondu avec l'Aquitanien inférieur.

Près du Moulin de Velnay (Ouest d'Étampes), dans des couches

faune de Mollusques spéciale que j'ai signalée déjà depuis longtemps et qui permet de reconnaître avec certitude cet horizon ; avec des *Chara*, des *Lymnées* et des *Planorbes* non encore décrits, se rencontrent *Hydrobia Dubuissoni*, *Potamides Lamarcki*, puis de nombreux mollusques terrestres : *Pupa bifida* Desh., *P. edentula* Desh., *P. coarctata* Desh., *Helix Munieri* Desh., *H. multicostata* Desh., *H. Disparilis* Desh., *Cyclostoma antiquum* Brong.

Aux environs de Fontainebleau le Stampien supérieur est calcaire; *il est intimement soudé au calcaire de Beauce et ne peut s'en distinguer que paléontologiquement.*

A la Ferté-Aleps le Stampien supérieur est représenté, soit par des dépôts d'estuaire avec ossements de mammifères et de reptiles, *Acerotherium*, *Crocodilus Testudo* et nombreux mollusques terrestres, soit par des calcaires lacustres ou subsaumâtres.

Sur les plateaux de Montmorency, de Cormeil en Parisis, de Palaiseau, de Meudon, etc., le Stampien supérieur présente *les mêmes caractères pétrographiques que les meulières supérieures ;* il est formé par un banc de meulière ou par des sphéroïdes de silice quelquefois creux à l'intérieur ; cette couche est souvent séparée des meulières proprement dites par un lit d'argile et de sable ; on y rencontre tous les mollusques terrestres et fluviatiles de la côte St-Martin. Plusieurs des espèces décrites par A. Brongniart proviennent de cet horizon et non de l'Aquitanien : *(Planorbis rotundatus, Pupa Defrancei, Helix Demarestina, H. Lemani).*

Les études stratigraphiques que j'ai faites m'ont amené à penser qu'après le dépôt des sables blancs et de grès qui en dérivent, les couches du Stampien moyen s'étaient légèrement plissées sur quelques points du Bassin de Paris, de manière à déterminer la formation de petits synclinaux dans lesquels s'étaient déposées les couches stampiennes supérieures ; les mollusques terrestres, que l'on rencontre à ce niveau sur toute la surface occupée par ces dépôts, auraient vécu sur les anticlinaux émergés.

Je citerai comme exemple la coupe suivante, près du cimetière de la Ferté-Aleps, les grès et les sables blancs qui les surmontent ont une épaisseur à peu près uniforme ; ils forment un anticlinal très surbaissé sur lequel repose le Calcaire de Beauce ; le banc de travertin exploité augmente d'épaisseur à mesure que l'on s'avance vers le synclinal. Les couches stampiennes qui se sont déposées dans le synclinal viennent se terminer contre l'anticlinal.

J'arrive maintenant à la formation des grès. La zone de Pierrefitte se termine par un horizon de sables blancs homogènes qui forment par places un seul banc ; mais en les étudiant de près on voit que ces

sables, sur quelques points, se subdivisent en trois couches à peine différenciées. Les grès, qui se sont *développés postérieurement* au milieu de ces sables, forment en général un seul banc ; cependant, parfois, la zone sableuse médiane n'a pas été agglutinée ; il en résulte qu'il y a localement deux bancs de grès superposés et séparés par des sables blancs. Ces grès, qui forment des bandes continues, sont en réalité constitués par de grandes lentilles qui se sont réunies et soudées ; elles laissent souvent entre elles des interruptions et présentent fréquemment des *couloirs verticaux* remplis de sables blancs non agglutinés ; leur surface montre souvent des zones saillantes disposées suivant des courbes concentriques, indiquant leur mode d'origine. On remarque aussi fréquemment sur leurs surfaces supérieure, inférieure ou latérales, des sphéroïdes de grès calcaire avec cassures miroitantes indiquant les clivages de la calcite. A Fontainebleau, la calcite a cristallisé dans les mêmes conditions et fourni les beaux rhombes qui sont devenus si classiques.

J'ai adopté depuis longtemps l'opinion de M. Hébert sur le mode de formation des grès stampiens. Après les avoir examinés au microscope, je pense que le ciment qui a aglutiné le sable provient des couches lacustres qui surmontent presque directement les grès (Stampien ou Calcaire de Beauce). En effet, aux environs de Fontainebleau, où les formations lacustres sont calcaires, le grès a un ciment presque exclusivement formé de calcite ; dans la vallée de la Challouette, les grès sont à ciment calcaréo-siliceux et présentent souvent des zones siliceuses concentriques très distinctes : les calcaires lacustres qui les surmontent renferment de nombreux rognons de silex ; enfin, dans les environs d'Orsay, le ciment des grès est presque exclusivement siliceux : les meulières siliceuses qui leur sont superposées renferment relativement peu de calcaire.

M. Dollfus, dont les observations sont en accord avec celles de M. Douvillé, ne pense pas que les dénivellations de la surface des sables de Fontainebleau soient dues à des plissements du sol. Elles ne correspondent pas à des ondulations qu'on puisse observer dans le sous-sol, au moins en l'état encore imparfait de nos moyens d'observation. Il faudrait, pour acquérir une certitude absolue, disposer de cartes avec courbes de niveau bien précises et effectuer des forages, tous moyens qui nous font actuellement défaut. Cependant M. Dollfus a étudié l'allure des couches sur lesquelles reposent les sables et grès de Fontainebleau dans diverses régions; aux environs même de Fontainebleau, dans la vallée de la Juine, près d'Épernon, et il n'a remarqué aucune perturbation en relation avec les bandes gréseuses, saillantes, ou les dépressions purement sableuses intermédiaires.

Dans la vallée de la Seine, les cotes du Calcaire de Brie s'élèvent lentement et régulièrement du Nord au Sud, comme suit : Bois-le-Roi 79 mètres, Fontainebleau (station) 84 mètres, Avon 87 mètres, Thomery 92 mètres, Veneux-Nadon 94 mètres.

Dans la vallée de la Juine, le Calcaire de Brie descend du Nord au Sud et son sommet se suit à des cotes très peu différentes : Bouray 76 et 72 mètres, Chamarande 70 mètres, Auvers St-Georges 68 m. Champigny 66 mètres, Morigny 62 mètres; puis cette couche disparait sous Étampes.

Près d'Épernon, le plateau de Beauce descendant de Rambouillet est incliné du Nord au Sud ; la craie affleure au fond de la Drouette et on constate entre les deux flancs du vallon latéral de la Droue une diminution de 25 mètres dans l'épaisseur des sables de Fontainebleau dans une distance de 300 mètres, sans inflexion visible du sous-sol ; cette localité est l'une des plus instructives du Bassin de Paris; les grès sont en arête culminante continue et les couches fluvio-marines de la base du Calcaire de Beauce se sont déposées dans les dépressions purement sableuses, parallèles, alternes, de l'étage de Fontainebleau. Ces rides transversales des grès de Fontainebleau paraissent un accident de leur surface indépendant du système général des ondulations du sous-sol.

M. Dollfus ne croit pas, comme M. Munier, que l'agglutination des sables en grès soit due à des infiltrations de la formation de la Beauce ; ces grès se sont produits avant ou pendant le dépôt des couches fluvio-marines d'Étampes. Il ne voit pas comment des infiltrations supérieures diverses auraient pu agir régulièrement pour créer des tables gréseuses alignées dans les points hauts en laissant subsister généralement dans les points bas le sable à l'état

sables, sur quelques points, se subdivisent en trois couches à peine différenciées. Les grès, qui se sont *développés postérieurement* au milieu de ces sables, forment en général un seul banc ; cependant, parfois, la zone sableuse médiane n'a pas été agglutinée ; il en résulte qu'il y a localement deux bancs de grès superposés et séparés par des sables blancs. Ces grès, qui forment des bandes continues, sont en réalité constitués par de grandes lentilles qui se sont réunies et soudées ; elles laissent souvent entre elles des interruptions et présentent fréquemment des *couloirs verticaux* remplis de sables blancs non agglutinés ; leur surface montre souvent des zones saillantes disposées suivant des courbes concentriques, indiquant leur mode d'origine. On remarque aussi fréquemment sur leurs surfaces supérieure, inférieure ou latérales, des sphéroïdes de grès calcaire avec cassures miroitantes indiquant les clivages de la calcite. A Fontainebleau, la calcite a cristallisé dans les mêmes conditions et fourni les beaux rhombes qui sont devenus si classiques.

J'ai adopté depuis longtemps l'opinion de M. Hébert sur le mode de formation des grès stampiens. Après les avoir examinés au microscope, je pense que le ciment qui a agglutiné le sable provient des couches lacustres qui surmontent presque directement les grès (Stampien ou Calcaire de Beauce). En effet, aux environs de Fontainebleau, où les formations lacustres sont calcaires, le grès a un ciment presque exclusivement formé de calcite ; dans la vallée de la Challouette, les grès sont à ciment calcaréo-siliceux et présentent souvent des zones siliceuses concentriques très distinctes : les calcaires lacustres qui les surmontent renferment de nombreux rognons de silex ; enfin, dans les environs d'Orsay, le ciment des grès est presque exclusivement siliceux : les meulières siliceuses qui leur sont superposées renferment relativement peu de calcaire.

On a admis, d'une manière générale, que les grès de Fontainebleau formaient des rides surélevées correspondant à des régions où les sables blancs avaient leur maximum de puissance et se comportaient comme des dunes.

Sur la rive droite de la vallée de la Challouette, les couches stampiennes qui recouvrent les sables blancs *sans grès* ont la même *épaisseur* que sur la rive gauche, où les grès sont très développés de part et d'autre, on retrouve les mêmes petites zones sans grès. Si les grès, à l'époque stampienne supérieure, avaient subi une surélévation, quelque faible qu'elle soit, les couches stampiennes qui sont peu épaisses seraient incomplètes ou manqueraient sur les grès.

meuble. Il est d'ailleurs fort difficile de trouver une explication qui soit satisfaisante.

M. **Douvillé** fait observer que dans la région qu'il a étudiée, au N. de la forêt de Fontainebleau (1), les rides saillantes que présente la surface des sables de Fontainebleau et qui correspondent aux bandes de grès lui ont paru représenter de simples accidents de surface et être indépendantes des ondulations qui affectent l'ensemble des couches.

M. **Depéret** fait la communication suivante *sur le Miocène de l'Italie du Nord :*

J'ai visité, dans un récent voyage, les collines de Turin et une partie du versant nord de l'Apennin ligure, dans le but de compléter la comparaison que j'avais déjà essayée des formations miocènes de cette région avec celles du bassin du Rhône et du versant nord des Alpes.

Le massif isolé des collines de Turin constitue un large anticlinal, où le centre de la voûte laisse apercevoir le *Flysch* sur lequel reposent des deux côtés les conglomérats *tongriens* à *Nummulites Fichteli;* puis viennent des marnes gréseuses à débris végétaux, ensuite la masse des marnes blanches à Ptéropodes (faciès langhien), que surmontent à leur tour des grès, des sables et des conglomérats serpentineux contenant la *faune de Turin* à *Cardita Jouanneti, Ancilla glandiformis, Nassa badensis,* base du 2me étage méditerranéen. Par dessus, on constate un retour de marnes blanches à Ptéropodes de faciès langhien. Dans cette région, le premier étage méditerranéen ne peut être délimité ni caractérisé paléontologiquement.

Sur le versant nord de l'Apennin, par exemple dans la vallée de

1° *Formation gessoso-solfifera* avec gypse exploité occupant la place du Sarmatique et du Pontique inférieur.

2° Marnes, calcaires lacustres, conglomérats impressionnés et limons rouges (Monte-Rosso) représentant le niveau continental du Leberon et de Pikermi.

3° *Couches à Congéries* avec *Congeria simplex*, *C. sub-Basteroti* *Melanopsis Matheroni* occupant la même position stratigraphique que les couches à Congéries du bassin du Rhône, dont elles possèdent aussi la plus grande partie de la faune. Près de Garazzana, les couches à Congéries contiennent, mêlées à la faune saumâtre, d'assez nombreuses coquilles marines, notamment *Pleurotoma cataphracta*, forme pliocène.

M. **Douvillé** présente à la Société le type du *Pironea polystylus* qui lui a été gracieusement communiqué par M. Pirona; cette singulière forme d'Hippurite établit, comme on le sait, une liaison entre l'*Hippurites organisans* (genre *Batolites*) et le curieux genre *Barretia*, de la Jamaïque.

Il a reçu également en communication de M. Matheron les types des *H. galloprovincialis*, *H. dentatus* et *H. latus*; les caractères internes de la première de ces espèces diffèrent d'une manière assez notable de ceux qui ont été indiqués sur la figure originale et correspondent tout à fait à ceux de l'*H. corbaricus*; ce dernier nom plus récent, devra donc disparaître. C'est de l'*H. latus* qu'il faudra au contraire rapprocher les formes plus récentes des environs du Beausset, du sommet de la montagne des Cornes et de Leychert; l'étiquette du type de Matheron indique du reste qu'il provient de l'horizon de Rudistes le plus élevé de la Provence.

Une autre rectification est relative à l'*H. Bayani* qui est identique à une espèce précédemment décrite par M. Vidal, sous le nom de *H. Maestrei*.

L'examen d'une importante série d'Hippurites de la Catalogne communiquée par notre savant confrère, a permis de reconnaître les niveaux suivants : 1° Turonien, avec *H. giganteus* ; — 2° Sénonien supérieur, niveau correspondant au haut de la montagne des Cornes, avec *H. Maestrei*, *H.* cf. *latus*, *H. canaliculatus* ; — 3° Campanien, caractérisé par l'*H. Gaudryi* ; cette forme paraît représenter l'*H. Archiaci* de l'Ariège; ces deux formes ont, du reste, de telles analogies que leur distinction spécifique paraît douteuse ; — 4° Dordonien, avec *H. radiosus* ; — 5° Garumnien, avec *H. Castroi*. Le groupe de l'*H. turgidus* (dilatatus) paraît manquer complètement

M. **Marcel Bertrand** expose à la Société la note suivante de M. **de Grossouvre** : *Sur les environs de Fraichenet (Ariège).*

Dans la communication que M. Roussel et moi avons faite sur les terrains crétacés qui s'étendent entre Leychert et Benaïx, nous avons montré que l'ensemble des couches affecte la disposition d'un pli anticlinal dont l'axe, entre la Baure et Nalzen, correspond, *à peu près*, au fond de la vallée ; en considérant les conglomérats de Gabachou et de Serrelongue comme appartenant à l'étage Cénomanien, nous avons été amenés à envisager l'ensemble des couches crétacées de cette région comme constituant un massif renversé, soumis à un plissement.

Cette hypothèse est en désaccord avec ce fait que les couches à Rudistes (*Hip. corbaricus*...), formant le noyau du pli, sont dans leur position normale : Hébert a en effet démontré ce point en faisant remarquer que dans les calcaires à Rudistes de Villeneuve d'Olmes, les Hippurites sont dans leur station normale, la valve supérieure en haut.

Il devient donc nécessaire de rechercher une nouvelle explication.

Or, dans les environs de Fraichenet, on voit à Gabachou le conglomérat à Orbitolines et à Caprines surmonté par la dolomie jurassique ; cette dernière se continue vers l'ouest jusqu'aux maisons de Fraichenet et lorsque de ce village on monte vers le Nord, on la retrouve de nouveau. Le sommet du pic est constitué par le calcaire dévonien qui vient ainsi former masse de recouvrement au-dessus des assises secondaires.

Dans la course que M. Roussel et moi avons faite l'an dernier dans cette région, nous avons trouvé à l'ouest de Gabachou, entre ce village et Montferrier, un îlot de griotte rouge dévonienne affluant au milieu de la dolomie jurassique.

des grès surmontés par des couches à Rudistes formant une série normale, comme le prouve la coupe de Villeneuve d'Olmes.

Au-dessus, une masse puissante de grès, connus sous le nom de *grès de Celles*, pour lesquels nous n'avons aucune donnée autre que leur situation stratigraphique.

Puis des marnes et des grès dans lesquels M. Roussel a signalé dernièrement la présence de *Hip. bioculatus* : d'après les travaux de M. Douvillé, on doit considérer l'horizon occupé par ce fossile comme inférieur à celui des Rudistes de Saint-Sirac et de Leychert ; il est donc en superposition anormale sur ces derniers.

Plus haut viennent les calcaires marneux à *Micraster brevis*, horizon inférieur au précédent et, par conséquent, aussi en situation anormale par rapport à lui.

Puis un horizon bien développé de calcaires à Rudistes dont la faune est mal connue.

Au-dessus encore, des grès, poudingues et calcaires, avec Orbitolines et Caprines, constituant le Cénomanien ; les marnes du Gault, la dolomie jurassique et enfin au sommet le calcaire dévonien.

Nous avons donc une série renversée reposant sur une série normale.

On peut expliquer cette disposition par l'existence d'un anticlinal normal sur lequel serait venu se déverser un autre anticlinal, couché vers le Nord : de ce dernier, il ne resterait plus que l'aile inférieure.

Cette structure rappellerait celle que nous avons indiquée précédemment pour les environs de Bugarach : le picou de Fraichenet, avec son recouvrement de calcaire dévonien, serait l'homologue du pic de Bugarach.

Le renversement de Fraichenet se raccorderait vraisemblablement avec celui que M. Roussel a signalé en 1885 du côté de Belesta.

M. **G. Ramond** informe ses confrères de la Société géologique de France qu'une *Exposition temporaire d'actualités géologiques* a été ouverte au Muséum par M. A. Milne-Edwards, directeur de l'Etablissement, à la date du 31 mai dernier.

Cette exposition, dont le cadre est modeste, comprend les principales collections géologiques qui ont été adressées au Muséum dans le courant de l'année, et divers documents (Echantillons de roches et fossiles, Photographies, Cartes, Coupes, etc.) relatifs aux travaux les plus récents.

M. G. Ramond engage les membres de la Société à venir la visiter.

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société géologique dans sa séance du 5 Juin 1893.

P. CHOFFAT, Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée de Montejunto (Portugal). Phases peu connues du développement des Mollusques. — JAMES DOUGLAS, Biographical sketch of Thomas Sterry Hunt. — M. MIEG, Sur la découverte du Carbonifère marin dans la vallée de Saint-Amarin (Haute-Alsace). — RENEVIER, Belemnites aptiennes. — RENEVIER et LUGEON, Géologie du Chablais et du Faucigny-Nord.

La prochaine séance aura lieu le **Lundi 19 Juin 1893**, à **8** heures **1/2** du soir.

N° 13 Séance du 19 Juin 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. Dereims, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. le Dr **Toldo**, d'Imola, professeur des Sciences naturelles à l'Ecole technique, présenté par MM. Capellini et Scarabelli.

Le Président annonce trois présentations.

Au nom du Conseil, le Président propose à la Société de modifier comme suit le troisième paragraphe de l'article 57 du règlement administratif :

« *Il ne pourra être accordé à chaque membre, à moins d'une décision spéciale du Conseil, que deux feuilles d'impression au plus pour chacune de ses communications et quatre feuilles pour l'ensemble de celles qu'il fera dans l'année.* »

Cette proposition, mise aux voix, est adoptée.

M. **Albert Gaudry** présente un ouvrage de M. **Albert Falsan** et s'exprime en ces termes :

Notre savant confrère, M. Falsan, me prie d'offrir en son nom à la Société géologique un ouvrage en deux volumes intitulé : *Les Alpes françaises*. Ces volumes renferment des études sur les montagnes, les eaux, les glaciers, la météorologie, la flore, la faune, le rôle de l'homme dans les Alpes et la transhumance. C'est donc une monographie complète de l'histoire de la nature dans les Alpes françaises.

Un seul homme ne pouvait bien embrasser un si vaste sujet. M. Falsan s'est chargé des travaux géologiques, auxquels il était bien préparé par ses ouvrages antérieurs. Il a aussi donné de curieux détails sur les Mammifères, les Oiseaux, les Poissons. Le marquis de Saporta a étudié les plantes fossiles, le rôle de l'Homme dans les Alpes, la transhumance et la reconstitution du sol forestier; pour ce dernier travail, il a été aidé par M. de Ribbe. M. Magnin a

traité des plantes alpines, MM. César Chantre et Rey des Insectes, M. Locard des Mollusques.

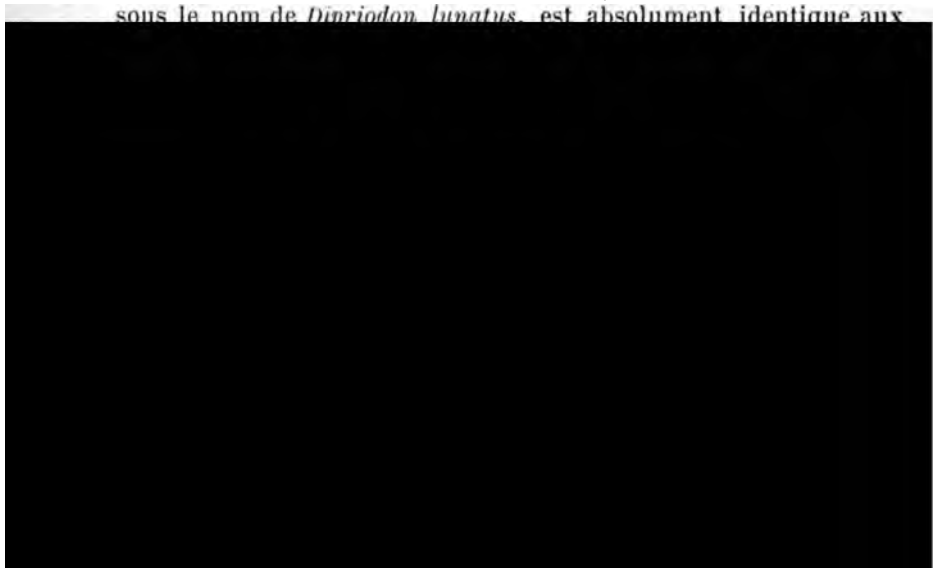
Des recherches faites par de si habiles spécialistes ne peuvent manquer d'avoir une grande utilité scientifique. Mais elles ont un autre intérêt qui sans doute frappera nos confrères de la Société géologique de France: c'est un intérêt que je peux dire patriotique. Tous les ans, à l'époque où nous sommes, de nombreux touristes se dirigent vers les Alpes de la Suisse et de l'Autriche; mais on oublie trop nos Alpes françaises, qui pourtant sont admirables. Il faut espérer que l'ouvrage de M. Falsan et de ses collaborateurs excitera le désir de visiter ces belles régions.

M. **Albert Gaudry** communique à la Société la lettre suivante, de M. **Ameghino,** qui lui paraît présenter des renseignements intéressants pour les membres de la Société :

Dans un mémoire publié dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées* (N° 3, 15 février 1893, p. 77), j'ai montré combien les Mammifères fossiles, découverts par M. Marsh dans les couches de Laramie, aux Etats-Unis, se rapprochaient de ceux dont on trouve les débris dans les couches éocènes de la Patagonie australe.

Depuis la publication de ce mémoire, j'ai pu prendre connaissance de la troisième partie (1) des recherches de M. Marsh que je ne connaissais pas encore. L'examen de cette dernière partie me confirme dans l'opinion que j'ai précédemment exprimée et me permet d'établir, entre les pièces figurées sur les belles planches de M. Marsh et les fossiles de Patagonie, les rapprochements nouveaux suivants :

1. L'incisive supérieure représentée (fig. 1, pl. VI, de M. Marsh), sous le nom de *Dinriodon lunatus*, est absolument identique aux



S'ensuit-il que je me sois trompé ? Je ne le crois pas, car je ne vois aucun rapport générique entre la petite dent qui a servi de type au genre et le fragment de mandibule en question : cette dernière pièce provient d'un animal génériquement assez éloigné de *Stagodon nitor*, tandis que je continue à considérer celui-ci comme très voisin d'*Abderites* (1).

4. La portion antérieure de mandibule droite représentée (pl. IX, fig. 3), sous le nom de *Telacodon lævis*, présente une grande ressemblance avec la partie correspondante des *Garzonidæ*. Cette pièce porte trois dents considérées par Marsh comme prémolaires, les alvéoles de deux autres prémolaires et un alvéole antérieur supposé appartenir à la canine. Je pense que la dent qui s'implantait dans cet alvéole antérieur était une incisive et non une canine. Entre cette dent et les arrière-molaires, il y avait donc cinq dents considérées par Marsh comme des prémolaires et dont trois sont encore en place sur la mandibule figurée. Ce n'est que dans les genres de Patagonie : *Stilotherium*, *Abderites*, *Acdestis*, *Decastis*, *Epanorthus*, etc., qu'on rencontre cinq petites dents entre l'incisive inférieure et la première vraie molaire. Les trois dents encore en place, sur la pièce figurée par Marsh, sont les trois dernières prémolaires : la dernière est presque tout à fait semblable à la dent correspondante de la plupart des espèces du genre *Epanorthus*; les deux prémolaires qui précèdent ressemblent au contraire davantage à celles des *Garzonidæ*.

5. La portion postérieure de mandibule, avec les deux dernières molaires en place, représentée (pl. IX, fig. 4) sous le nom de *Telacodon præstans*, ressemble beaucoup à la partie correspondante de la mandibule des *Garzonidæ*. Les deux molaires sont presque tout à fait semblables à celles du genre *Halmarhiphus*.

6. La mandibule inférieure sans dents, représentée (pl. IX, fig. 5) sous le nom de *Cimolestes incisus*, présente absolument la même

(1) M. Cope a décrit sous le nom de *Thlœodon padanicus* (On a new genus of Mammalia from the Laramie formation, in *American Naturalist*, p. 758, Sept. 1892), une mandibule inférieure qui se rapproche de celle nommée *Stagodon validus* par Marsh. Cette pièce présente aussi quelques rapports avec les formes patagoniennes : l'avant-dernière molaire ressemble à la même dent chez les *Garzonidæ* et quelques *Epanorthidæ*. D'après l'analogie avec les genres de Patagonie, la grande dent que Cope considère comme la dernière prémolaire doit être en réalité la première vraie molaire, et si la grande dent qui s'implantait dans le large alvéole qui précède était réellement une canine et non une incisive, on doit admettre que le *Thlœodon* était une forme de transition entre les Polyprotodontes et les Diprotodontes.

forme que celle d'*Halmarhiphus* et je suppose qu'elle appartient à un genre de la famille des *Garzonidæ* : l'alvéole que Marsh prend pour celui de la canine serait celui de l'incisive.

7. La dent représentée (pl. X, fig. 5) sous le nom de *Cimolestes incisus*, ressemble beaucoup aux molaires inférieures du genre *Stylognathus* de Patagonie.

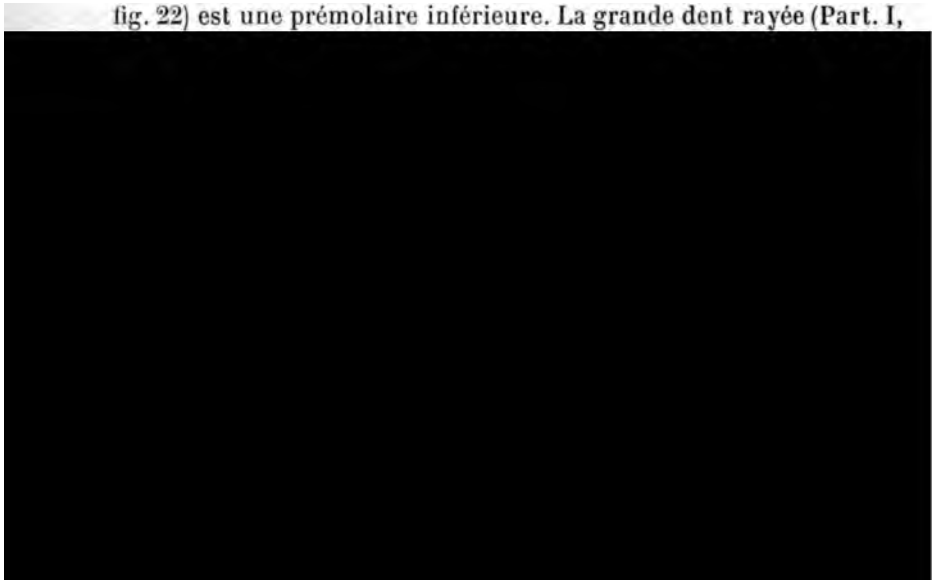
8. Le fragment de mandibule avec les deux dernières molaires en place, représenté (pl. X, fig. 6) sous le nom de *Batodon tenuis*, présente encore le même type de molaires que les *Garzonidæ*. Il en est de même de la molaire inférieure isolée qui porte le même nom spécifique (pl. XI, fig. 3).

9. La portion antérieure de mandibule avec trois prémolaires en place représentée (pl. XI, fig. 5) sous le nom de *Batodon tenuis*, présente des relations à la fois avec les *Garzonidæ* et avec les *Epanorthidæ*. La dernière prémolaire en place sur ce fragment ressemble tout à fait à la dernière prémolaire de l'*Epanorthus complicatus*. Les deux autres prémolaires, par leur double racine, rappellent les *Garzonidæ*, tandis que par leur couronne basse et couchée en avant, elles ressemblent davantage aux *Epanorthidæ*. La dent que Marsh prend pour la canine est évidemment l'incisive. Le *Batodon* est une forme de *Garzonidæ* en voie d'évolution vers le type des *Epanorthidæ*.

10. La petite dent représentée (pl. XI, fig. 7), comme incisive inférieure du *Platacodon nanus*, est absolument semblable à la première prémolaire supérieure du genre *Epanorthus*.

En définitive :

A. Les *Stagodontidæ* de Marsh correspondent aux *Abderitesidæ* de Patagonie. La dent qui a servi de type au genre (Part. II, pl. VII, fig. 22) est une prémolaire inférieure. La grande dent rayée (Part. I,



grande antiquité géologique de la formation Santa-Cruzienne de la Patagonie australe.

M. Stuart-Menteath développe, avec coupes à l'appui, une note *sur le gisement et la signification des fossiles albiens des Pyrénées occidentales.*

M. Stuart-Menteath a trouvé des fossiles albiens au milieu des marnes à conglomérats classées comme cénomaniennes dans la coupe fig. I de la thèse de M. Seunes; dans le prolongement des mêmes couches il a observé une faune albienne à *Schlœnbachia inflata* Sow., *Turrilites*, *Hamites*, etc., qui caractérise admirablement cette formation. Dans la même coupe de M. Seunes, les ampélites à anthracite et les griottes superposées au Dévonien fossilifère sont classées dans le Précambrien sans aucun motif; et dans la carte géologique qui accompagne le travail de M. Seunes, les glaises salifères sont représentées d'une façon également contraire aux faits publiés par M. Stuart-Menteath et complétés par les observations indépendantes de M. Gorceix. Comme base d'une théorie de ces glaises, M. Seunes a pris la direction des sondages qui recoupent une série de *bandes* de glaises dont la direction est précisément *en travers* des plis de la stratification et qui *coupent* nettement les tranches des couches crétacées depuis le Sénonien jusqu'à l'Aptien, étant subordonnées à une masse d'ophite dirigée vers le N. O. sur une longueur de sept kilomètres. L'auteur regrette de ne pouvoir admettre les idées de M. Seunes sur tous les points importants de la stratigraphie du pays et croit devoir s'élever contre ses assertions. Il fera remarquer que M. Seunes a d'abord trouvé « partout » *Hoplites Deshayesi* Leym., dans les mêmes couches où il a signalé plus tard *Desmoceras Mayori* d'Orb.

Les *Orbitolina conoidea* Gras, les *Ostrea carinata* Lamk., etc., signalés dans le flysch, proviennent de cailloux roulés de calcaires qui abondent dans cette formation; ces derniers sont souvent entièrement composés d'Orbitolines du Crétacé inférieur, et, notamment à Gotein, ils sont souvent entièrement corrodés par les eaux qui suivent les conglomérats, de manière que les fossiles restent libres, enfouis dans un résidu de terre, pendant que la même corrosion a bouleversé les cailloux insolubles et remanié la pâte du conglomérat. A la base du Flysch (ou Grès de Vienne) se trouvent les marnes à conglomérats connus sous le nom de Conglomérat de camarade. Les fossiles des blocs de ce conglomérat ont déterminé M. Seunes à le classer tantôt dans le Cénomanien, tantôt dans l'Albien, tantôt dans l'Aptien inférieur, à l'aide de failles

hypothétiques dont l'auteur a pu constater l'absence sur les points où le contact est en vue. Le calcaire à *Caprina adversa* de Biron et Orthez est englobé dans cette formation et souvent situé à sa base. A Biron et Orthez, ce calcaire est nettement inférieur à la base du Flysch, et à Baigts il est séparé des marnes de Salles Magiscard par une faille remarquable dirigée E-O, par le Flysch qui suit cette faille, et par la direction en courbe des marnes disposées en fond de bateau. Le calcaire cénomanien entre pour une part importante dans la constitution des Pyrénées au sud d'Orthez, et il est pétri d'*Ostrea carinata* Lmk, à la chapelle St-Joseph derrière Larrau. Avec le Turonien et le Sénonien, il recouvre le centre de la chaîne depuis les Eaux-Bonnes jusqu'au sud de St-Jean-Pied-de-Port ; et les couches d'huîtres ressemblant à Ostrea Boussingaulti, que l'auteur a signalées à Ogarzun et aux Eaux-Chaudes, complètent la preuve que la transgression du Turonien annoncée par M. Seunes est inadmissible. La séparation entre le Cénomanien et le Gault est difficile à établir. Cette séparation n'est pas encore constatée d'une façon satisfaisante, et je ne puis admettre celle qui est figurée dans les coupes de M. Seunes. Les fossiles albiens de Salles Magiscard soulèvent les mêmes difficultés que les fossiles albiens antérieurement signalés par l'auteur entre Rebenac et Sévignac sur le même horizon. La valeur d'une théorie générale dépend de l'exactitude des faits sur lesquels elle repose, et les confirmations hâtives et forcées demandent rectification, quelle que soit la théorie qu'elles paraissent servir.

M. **Munier-Chalmas** fait remarquer à M. Stuart Menteath que l'existence des *trois niveaux* admis par M. Seunes aux environs d'Orthez repose, même en dehors des données stratigraphiques, sur des bases paléontologiques très sérieuses, surtout depuis les études si remarquables de M. Douvillé sur les Rudistes.

Le niveau inférieur à *Toucasia carinata* Math, est à la base des couches aptiennes à *Hoplites Deshayesi* Leym. et *H. Dufrenoyi* d'Orb.

Le second horizon, caractérisé par *Horiopleura Lamberti* Mun. Ch., *Toucasia Seunesi* Douv., serait l'équivalent, d'après M. Seunes, des couches albiennes à *Desmoceras splendens* Brongn.

Enfin le troisième niveau est représenté par des calcaires cénomaniens à *Caprina adversa* d'Orb. et *Apricardia lœvigata* d'Orb.

L'étude stratigraphique des couches à *Horiopleura Lamberti*, faite dans les Corbières et en Espagne, a montré que cet horizon se trouve au-dessus des couches à *Toucasia carinata* Math.

M. **Marcel Bertrand** fait observer, qu'abstraction faite de toute personnalité, les études géologiques publiées sur différentes régions nous montrent partout la même succession de Rudistes : c'est celle que M. Seunes a signalée dans les Pyrénées et que M. Munier-Chalmas vient de résumer en quelques mots.

M. Berthelin fait une communication sur l'*Orbicula elliptica* d'Archiac, du Bathonien supérieur de l'Aisne et des Ardennes.

Il montre que ce fossile est, non un Brachiopode, mais un Foraminifère, de texture très finement arénacée, à structure rappelant celle des *Orbitolites vivants* (et non pas de l'*Orbitolites complanatus*), mais en différant cependant en beaucoup de points essentiels. Par ces motifs il propose pour l'espèce du Bathonien le nom générique d'**Orbitammina**.

M. **Parran** rappelle qu'en 1871 on a trouvé, dans les gisements de fer oxydulé et oligiste des environs de Bône (Algérie), de petites cavités remplies de perchlorure de fer jaune, pulvérulent et que, depuis lors, des cavités semblables ont été fréquemment rencontrées dans les travaux.

D'autre part, l'analyse des sources que les galeries ont rencontrées dans le gîte, à 65 mètres de profondeur, ont donné une proportion de 0 gr. 23 de chlorure de calcium par litre, correspondant à environ 150 gr. de chlore par mètre cube.

La présence du chlore ne saurait être attribuée aux eaux de la mer, car l'analyse a constaté l'absence de sodium.

On est ainsi amené à penser que le chlorure de fer est venu de la profondeur, accompagnant l'éruption de la roche verte (bisilicate ou pyroxène à base de fer) si abondante dans la région, et faisant souvent partie intégrante des gisements de fer oxydulé, qui sont eux-mêmes toujours ressoudés aux marbres cipolins.

La réaction chimique de ce phénomène peut s'écrire :

$$Fe^2 Cl^6 + 3 C O^2 CaO = Fe^2 O^3 + 3 Ca Cl^2 + 3 C O^2$$

L'acide carbonique libre a corrodé et probablement métamorphisé en partie les calcaires; le sesquioxyde $Fe^2 O^3$ s'est métamorphisé en oxydule $Fe^3 O^4$.

La chaleur suffit pour cela, indépendamment de certaines actions chimiques qui ont pu faciliter la transformation.

Les gisements de fer oxydulé des environs de Bône paraissent

donc être le résultat d'une action solfatarienne où le chlorure de fer a prédominé, et qui a été produite par l'éruption de la roche verte basique (Pyroxène à base de fer).

M. Parran signale ensuite la rencontre d'une colonne de basalte à leucite dans une galerie au rocher exécutée récemment à la grande Aouaria, à 12 kilomètres à l'Ouest de la Tafna (province d'Oran).

Cette colonne, recoupée sur une épaisseur de 16 mètres, est presque verticale et n'a pas altéré sensiblement les schistes qui l'encaissent ; mais en s'accolant à une veine de fer hématite rouge ($Fe^2 O^3$), elle l'a transformé en fer oxydulé ($Fe^3 O^4$).

La partie centrale de la colonne se débite en plaques sous le choc du marteau et donne ainsi des sections où l'on voit une grande abondance de sphérules leucitiques se détachant sur la pâte de la roche.

Vers les parois, au contraire, la roche est compacte et présente de nombreuses vacuoles remplies de farines zéolithiques.

Ce gisement mérite d'être signalé à cause de la beauté de la roche.

M. **Larrazet** présente un « Résumé des observations géologiques qu'il a faites dans la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces voisines » (1).

SILURIEN.— Ce terrain, constitué par des schistes et des quartzites, forme la Sierra de la Demanda et quelques régions avoisinantes.

CARBONIFÉRIEN. — Le Carboniférien (schistes houillers, grès et poudingues) repose en stratification discordante sur le massif silurien; l'alternance des schistes houillers avec les grès et les poudingues se voit surtout entre Villasur de Herreros et Pineda de la

Les fossiles qu'ils ont fournis seront répartis en *zones* dans un travail détaillé qui sera publié plus tard. Ils appartiennent aux terrains suivants : Charmouthien, Toarcien, Bajocien, Bathonien et Callovien.

Ceux du **Charmouthien** ont été recueillis à Poza de la Sal, Las Remoruelas (Pancorbo), Valgañón, Anguta, Vàlmala, Cueva de Juarros, Revilla del Campo, Quintanalara, Paules, La Aceña, San Millàn de Lara, Vallejimeno, Castrovido, Moncalvillo, Pinilla de los Barruecos, Ontoria del Pinar, etc.

Ce sont : *Ægoceras planicosta, Amaltheus spinatus, Polymorphites Jamesoni, Harpoceras* aff. *discoides, Arietites* aff. *Bonnardi, Lytoceras Dacæi, Ostrea cymbium, Ostrea* cf. *monoptera, Pecten æquivalvis, Plicatula spinosa, Lyonsia* cf. *unioides, Spiriferina pinguis, Rhynchonella tetraedra, Rhynchonella* cf. *rimosa, Terebratula* cf. *punctata, Terebratula cornuta, Pentacrinus* cf. *levisutus*, etc.

Les fossiles du **Toarcien** ont été trouvés à : Poza de la Sal, Valgañón, Vàlmala, Quintanalara, Palazuelos de la Sierra, La Aceña, Vallejimeno, Monterrubio, Piedrahita de Muño, Castrovido, Moncalvillo, Pinilla de los Barruecos, Ontoria del Pinar, etc. Les principaux sont les suivants : *Harpoceras bifrons, Harpoceras Levisoni, Harpoceras* cf. *radians, Harpoceras fallaciosum, Hammatoceras insigne, Cœloceras* cf. *Hollandrei, Dumortieria* cf. *Levesquei, Haugia* cf. *variabilis, Am. subcarinatus, Rhynchonella* cf. *cynocephala*, etc.

Les couches du **Bajocien inférieur** ont fourni : *Harpoceras Murchisonæ, Harpoceras cornu, Lioceras concavum* (Poza de la Sal, Monterrubio, Ontoria del Pinar, etc.)

Celles du **Bajocien moyen** contiennent : *Sphæroceras Brongniarti, Sphæroceras Sauzei, Cœloceras Baylei, C. Blagdeni, C.* cf *Braikenridgi, C.* cf *Humphriesianum, Oppelia subradiata, Pœcilomorphus cycloides*, etc. (Poza de la Sal, Barcina de los Montes, Urrez, La Aceña, Tejada, Ontoria del Pinar, etc.)

Dans les couches du **Bajocien supérieur** ont été recueillis : *Cosmoceras Garantianum, Cosmoceras Niortense, Parkinsonia Parkinsoni, Oppelia Truellei, Cœloceras subcoronatum*, etc. (Poza de la Sal, Barcina de los Montes, Urrez, Monterrubio, Barbadillo del Pez, Piedrahita de Muño, Tejada, Ontoria del Pinar, etc.)

Le **Bathonien et le Callovien** sont également représentés : le premier de ces terrains par *Perisphinctes procerus, Perisphinctes* cf *Martiusii, Cœloceras* cf *linguiferum*, etc. (Poza de la Sal, Barcina de los Montes, Quintanaopio, Urrez, Castrovido, Ontoria del Pinar, etc.); quant au terrain *callovien*, il renferme : *Macrocephalites*

macrocephalus, *Sphæroceras bullatum*, *Sphæroceras microstoma*, *Perisphinctes* cf *Bakeriæ*, etc. (Poza de la Sal, Cantabrana, Barcina de los Montes, Valmala, etc.)

CRÉTACÉ. — Au sud de Burgos et de la Sierra de la Demanda, on peut distinguer cinq chaînes de calcaire crétacé plus ou moins interrompues par des vallées et à peu près parallèles aux bandes jurassiques dont il a été question plus haut; elles appartiennent aux terrains cénomanien et turonien. Au nord de la province, on trouve des marnes et des calcaires cénomaniens, turoniens et sénoniens.

Les couches **cénomaniennes** sont représentées par : *Acanthoceras* cf. *cenomanensis*, *Ostrea flabellata*, *O.* cf. *olisiponensis*, *O.* cf. *Mermeti*, *O.* cf. *Owerwegi*, *O.* cf. *biauriculata*, *O. vesiculosa*, *O.* cf. *vesicularis*, *O. carinata*, *Terebrirostra Bargesiana*, *Terebratula*, cf. *phaseolina*, *Anorthopygus orbicularis*, *Discoidea cylindrica*, *Hemiaster bufo*, *Orbitolina concava*, etc. Ces fossiles cénomaniens ont été recueillis à : Arcéo, Valderejo, Bóveda, San Pantaléon, Poza de la Sal, San Martin de Ubierna, Santa Casilda, Monasterio de la Sierra, Alba, Ontoria de la Cantera, Quintanalara, Cuevas de San Clemente, Las Mamblas, Monte Cobatero, Contreras, Carazo, Tejada, Monte de Cervera, Monte de Santa Barbara, Mamolar, Ontoria del Pinar, Espejón, etc.

Dans les calcaires **turoniens** de Villasante, Valderejo, Barcina de los Montes, Sedano, Monasterio de Rodilla, Quintanalara, Las Mamblas, Monte Cobatero, Contreras, Carazo, Tejada, etc. ont été trouvés : *Mammites Rochebrunei*, *A.* cf. *Fleuriausianus*, *Acanthoceras Deverianum*, *Ostrea* cf. *columba*, *Rhynchonella* cf. *Cuvieri*, *Hemiaster* cf. *Leymerii*, *etc.*

nella cf. *difformis*, *Schizaster* cf. *atavus*, *Hippurites*, *Cyclolites*, *Trochosmilia*, *Dictyopsella*, etc.

Le **Sénonien supérieur** se trouve également aux environs de Momediano et de Otéo où ont été recueillis : *Hemipneustes pyrenaicus*, *Hemipneustes africanus*, *Clypeolampas ovum*, *Hippurites radiosa*, *Ostrea plicifera*, *O. larva*, *O. Matheroniana*, *O.* cf. *frons*, *O.* cf. *Santonensis*, *Cyclolites*, *Orbitoides*, etc.

ÉOCÈNE. — M. Larrazet a trouvé au sud de Govantes un affleurement de calcaire à *Alvéolines* et au nord ouest de Valdelacuesta un autre affleurement de calcaire qui renferme des *Nummulites*, des *Orbitolites* et des *Flosculines*.

OLIGOCÈNE (**Aquitanien**). — Une autre découverte intéressante est celle d'un gisement sableux (Castrillo del Val) à *Potamides Lamarkii*, *Cerithium*, *Hydrobia Dubuissoni*, *Melanopsis*, *Neritina*, *Limnea*, *Planorbis*, *Bythinia*, *Helix*, *Unio*, *Nucula*, etc.

Dans les régions non fossilifères de la province de Burgos on trouve des poudingues, des grès, des sables, des terrains gypseux, etc. Ces régions appartiennent soit au Jurassique, soit au Crétacé, soit au Tertiaire et seront décrites dans le travail détaillé qui contiendra l'étude stratigraphique des zones fossilifères.

M. **E. Fallot** adresse à la Société la note suivante :

SUR LA CLASSIFICATION DU NÉOGÈNE INFÉRIEUR (1).

M. Depéret a publié dans le N° 13 des Comptes rendus sommaires de la Société (21 nov. 1892) une note sur *la classification et le parallélisme du système miocène*. Les recherches que je poursuis depuis sept années dans le bassin de l'Aquitaine, et les voyages successifs que j'ai faits en Autriche et en Italie pour étudier le même terrain, m'obligent à présenter quelques observations sur le travail de M. Depéret. Si je ne l'ai pas fait plus tôt, c'est que j'ai vainement attendu la publication d'un mémoire plus détaillé qui n'a point paru jusqu'ici.

(1) Cette note a été déposée sur le bureau de la Société Géologique dans la séance du 5 juin 1893 ; son développement dépassant de beaucoup la limite maximum qui peut être accordée à une note insérée dans les Comptes rendus, la Commission du Bulletin demanda à M. Fallot de réduire sa communication qui paraît dans le Compte-rendu du 19 juin 1893, après avoir été présentée dans la séance précédente.

Les idées de M. Depéret sur les formations néogènes du bassin de Vienne sont la reproduction de celles de M. Suess. C'est la remarque qu'a déjà faite M. Bittner (1) qui a montré, avec une autorité que je ne lui disputerai pas, les inconséquences auxquelles arrive M. Depéret en négligeant de tenir compte des nombreux documents fournis par la littérature géologique autrichienne et allemande.

Pour ma part, je ne retiendrai qu'un fait qui, à lui seul, réduit à néant toute l'argumentation de M. Depéret : c'est la question du *Schlier*.

En admettant en effet avec M. Suess que le Schlier est un horizon constant à la partie supérieure du premier étage Méditerranéen, l'auteur est en contradiction complète avec les nombreux géologues (MM. Bittner, Tietze, etc.) qui ont démontré que le Schlier est un faciès argileux qui se présente à différents niveaux du système miocène. M. Gümbel a établi notamment que le Schlier d'Ottnang (type de l'assise) était supérieur à l'*Ostrea crassissima*, c'est-à-dire qu'il est au moins de l'Helvétien, et d'autres ont montré qu'en Galicie il est au moins Tortonien. M. F. E. Suess, dans un travail récent (2), place le Schlier au-dessus des couches qui correspondent certainement à la Mollasse suisse, type de l'Helvétien. Il en résulte donc que le Schlier ne peut être l'équivalent des Marnes des Langhe d'Italie (type du Langhien) qui, pour tout le monde, sont inférieures aux couches dites de la Superga considérées jusqu'ici comme helvétiennes par tous les géologues, je dirais même (avec M. Mayer-Eymar) helvétiennes inférieures, si j'en juge par les grandes affinités langhiennes de la faune (3).

Il découle de là qu'il n'y a aucune raison de supprimer le terme de Langhien — si on lui conserve l'acception qu'il a de représenter des assises intermédiaires entre l'Aquitanien et l'Helvétien — et de

est un terme trop vague, ces localités présentant non-seulement plusieurs horizons mais plusieurs étages (Aquitanien, Langhien et même Helvétien);

3° Parce que la Mollasse à *Pecten praescabriusculus*, qui n'existe pas dans le bassin de l'Aquitaine et qui ne peut y avoir comme équivalent que tout ou partie des mollasses helvétiennes de Salles, etc., rentre très nettement dans l'Helvétien, comme le voulait Fontannes et comme l'indique M. Depéret lui-même dans un ouvrage récent (1).

J'admets que les assises néogènes de la Gironde peuvent se grouper en trois étages :

1° L'*Aquitanien*, nom qui évoque l'idée d'une immense région dont les limites ne s'accordent pas avec celles de l'étage qu'il veut désigner, et que je remplacerais volontiers par celui de *Vasatien* (de *Vasates*, Bazas, où il est typique). Cet étage, dont la faune marine a les plus grandes affinités avec la faune langhienne, surtout vers l'Ouest, comprend notamment les couches marines de Bazas, Villandraut, Uzeste, les grès de Sainte-Croix du Mont, les faluns de Cabanac, Saint-Morillon, La Brède, Saucats (Lariey, Le Son), Martillac (pars), Cadaujac (pars), Mérignac (pars), etc., et une série de couches d'eau douce distinctes ou intercalées, dont les plus importantes correspondent aux calcaires blancs et gris de l'Agenais.

2° Le *Langhien*, terme que je remplacerais volontiers par celui de *Landien* (de *Landa*, Landes) ou de *Vasconien* (de *Vasconia*, Gascogne) comme indiquant assez bien l'aire de dépôt des faluns de cet âge, et qui présente trois horizons distincts : *a*. un inférieur, constitué à Leognan par la Mollasse et les faluns du château d'Olivier et de Thicaudeau, à Saucats par ceux du Peloua et du Moulin de l'Église (n° 6 de Tournouër); *b*. un moyen, avec les faluns jaunes à la base de Coquillats de Leognan, La Cassagne de Saucats) et les faluns bleus supérieurement (Lagus à Saucats p. ex.); *c*. un supérieur, formé par les faluns blanc-jaunâtre de Saucats (Pont Pourquey) et de Cestas.

3° L'*Helvétien* avec les Mollasses de Martignas, Salles, les faluns à *Cardita Jouanneti* de Saucats (Cazenave, la Sime), de Salles, etc., et pour lequel le terme de *Sallomacien* (de *Sallomacus*, Salles) pourrait être créé (2).

(1) Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, Paris, 1892.
(2) Le Tortonien n'existe pas dans la Gironde.

Les relations entre les étages que je viens d'énumérer dans la région de l'Aquitaine — que je considère comme la plus typique de toutes celles que je connais — et ceux que l'on peut constituer en Italie ou en Autriche sont extrêmement difficiles à établir, et cela se conçoit si l'on se rappelle que les communications entre l'Atlantique et la Méditerranée, si elles existaient, se faisaient beaucoup plus au sud (vallée du Guadalquivir, Maroc, d'après M. Suess).

Comment rapprocher en effet l'Aquitanien de la Gironde avec ses 60-70 mètres d'épaisseur à Ste-Croix-du-Mont, de celui du nord de l'Italie qui n'a pas moins de 3,000 mètres d'après M. Sacco et qui ne renferme pour ainsi dire pas un fossile ?

Quelle comparaison établir entre le Langhien de l'Aquitaine si peu épais et si fossilifère, et les Marnes à Ptéropodes des Langhe qui ont 1,500 mètres de puissance et pas une seule espèce commune, du moins à mon su ; et comment affirmer que l'Helvétien du même pays avec ses 2,500 mètres de couches et sa faune si riche en formes langhiennes est bien exactement l'équivalent de nos couches de Salles, etc. ? J'admets cependant que le parallélisme est plus net pour ces dernières couches que pour les précédentes, et qu'il semble bien établi entre le Tortonien de Saubrigues et les Marnes à Pleurotomes de Santa Agata, etc., des environs de Tortone.

Si la comparaison est si difficile avec l'Italie, elle l'est bien plus encore avec l'Autriche. Les couches de Horn (Molt) rappellent peu notre Aquitanien, mais l'horizon qui viendrait au-dessus (Loibersdorf) a une faune helvétienne. Gauderndorf a bien un caractère langhien, mais Eggenburg rappelle l'Helvétien. La faune de Grund (base du 2e étage méditerranéen) participe à la fois des caractères des trois étages langhien, helvétien et tortonien ; les argiles de

sibles, en faisant rentrer par exemple toute la mollasse suisse dans le 1er étage, tandis que celle de Salles fait partie du 2e, etc.

Il est donc certain que ce n'est pas avec des caractères paléontologiques que l'on arrivera à classer et à paralléliser les assises miocènes, pas plus du reste qu'avec leurs caractères lithologiques auxquels les faunes sont du reste liées. Des trois faciès que présentent les assises néogènes inférieures, le *faciès sableux* ou *faluнien* est surtout propre à l'Aquitanien et au Langhien dans nos régions ; le *faciès mollassique* à l'Helvétien; le faciès *argileux* et *pélagique* au Tortonien. Mais il est bien évident que ces faciès ont pu se développer en dehors de leur position typique, et que les faunes se modifiant avec la nature du dépôt, on pourra trouver des faunes *pseudo-tortoniennes* d'âge helvétien par exemple, des faunes *pseudo-helvétiennes* d'âge langhien ou tortonien, etc., etc.

M. de Stefani a bien mis en relief l'importance de la question des faciès dans son ouvrage récent sur les *terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée* (Liège 1893). Il est certain qu'il ne faut pas se hâter de mettre une étiquette d'âge à une faune donnée, quels que soient les caractères qu'elle semble présenter ; un exemple bien typique nous en est fourni par celle du Peloua. Elle a bien (*en partie*), comme le dit M. de Stefani, — qui a du reste reproduit d'une façon très inexacte la succession des assises dans la Gironde — un caractère à la fois helvétien et tortonien ; mais si l'on considère les Cérithes, on voit qu'ils se rapportent tous à l'Aquitanien, sauf peut-être le *C. salmo* Bast dont le niveau est constant en Aquitaine (base du Langhien). Ce qui prouve surtout que l'assise du Peloua appartient bien au Langhien inférieur, ce ne sont pas les nombreuses espèces langhiennes qu'on y trouve, mais c'est sa position stratigraphique, c'est qu'elle est au-dessous du falun jaune type de Leognan, qu'elle renferme des blocs roulés de calcaire d'eau douce de l'Aquitanien supérieur.

Malgré cela, je ne suivrai pas M. de Stefani lorsqu'il considère les étages établis comme de simples faciès du même âge. S'il en était ainsi, les faciès semblables devraient avoir la même faune partout ; or il n'en est rien : la Mollasse de Leognan n'a pas la faune de la Mollasse de Salles; les Echinides, les Pecten sont différents et la *Cardita Jouanneti* de Salles n'a jamais été rencontrée à Leognan. Ces différences ne peuvent s'expliquer qu'en admettant des différences d'âge : celle de Leognan se place en effet à la base du Langhien, celle de Salles dans l'Helvétien.

On doit donc, dans la classification, se guider surtout sur les caractères stratigraphiques, et lorsqu'on voudra paralléliser les

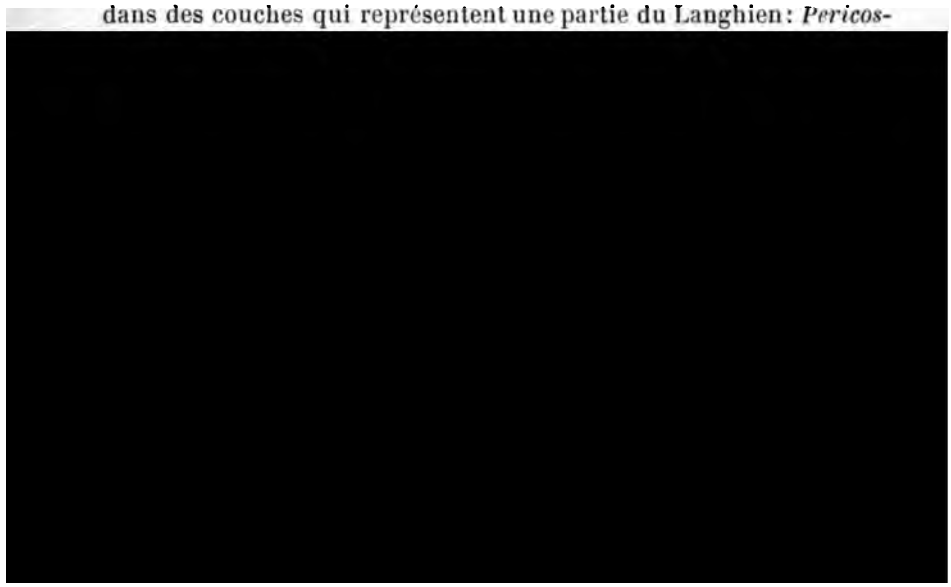
assises déposées dans des bassins différents, si les faunes présentent des caractères inexplicables (1), il vaudra mieux renoncer à un parallélisme strict que de faire rentrer à tout prix les assises observées dans le cadre étroit et artificiel de nos étages Aquitanien, Langhien, Helvétien, Tortonien et Sarmatien qui constituent les divisions classiques du Néogène inférieur.

M. **Munier-Chalmas** fait les observations suivantes au sujet de la note de M. Fallot :

A la suite des travaux de M. Hébert, M. Munier-Chalmas eut l'occasion de visiter les régions liguriennes où M. Pareto a pris le type des trois étages qui composent son groupe miocène (2), savoir : Bormidien, Langhien et Serravallien, ce dernier étage étant recouvert par le Tortonien, base du Pliocène de M. Pareto.

Le *Bormidien,* qui renferme encore beaucoup de Nummulites, est représenté par des couches qui reposent en discordance sur les assises redressées et plissées du Modenais ; c'est le début du Miocène de M. Pareto. Les localités classiques de Dego, Grognardo, Moglia, Coscinella, Sassello, Santa-Giustina renferment une faune tongrienne bien connue.

Le deuxième étage, le *Langhien*, est développé principalement dans les collines des Langhe, traversées par les vallées du Belbo, de la Bormida, et dans les collines avoisinant le cours de la Scrivia et du Lemno ; il est représenté par des marnes plus ou moins sableuses renfermant des Ptéropodes, et des Mollasses où l'on ne trouve que rarement des fossiles. A Acqui cependant, dans une localité que j'ai visitée et où M. Hébert a découvert et signalé le premier la présence de fossiles du Miocène inférieur, on rencontre dans des couches qui représentent une partie du Langhien : *Pericos-*



MM. Michel Lévy et Marcel Bertrand, le nom de *Burdigalien* proposé par M. Depéret pour remplacer le nom de Langhien : l'étage Burdigalien comprendra les couches faluniennes qui sont comprises entre les dernières assises aquitaniennes et les assises miocènes de Salles (Gironde) et de St-Gall (Suisse) à *Cardita Jouanneti*. Ces mêmes considérations ont également déterminé MM. de Lapparent et Munier-Chalmas à adopter le nom de Burdigalien dans leur essai de nomenclature générale.

Le troisième étage *Serravallien* paraît correspondre en grande partie à l'Helvétien.

M. Munier-Chalmas est heureux, en terminant, de faire remarquer qu'en France le nom de Langhien a été en général bien interprété, et que l'on n'a pas mis dans cet étage les marnes à Ptéropodes qui sont au-dessus de l'Helvétien.

En réponse aux observations critiques de M. Fallot, présentées dans la séance du 5 juin, M. **Depéret** envoie la note suivante :

1° M. Fallot me reproche d'avoir accepté les idées de M. Suess sur le Tertiaire du bassin de Vienne, sans tenir compte des travaux et des discussions plus récentes sur ce sujet. Je me bornerai à faire remarquer qu'il était impossible d'entrer dans le détail d'une discussion bibliographique dans les limites déjà trop larges de ma note du compte-rendu sommaire.

2° Le seul argument de fond invoqué par M. Fallot contre la classification que je propose du système miocène est le suivant : le Schlier d'Autriche n'est pas au même niveau que les marnes à Ptéropodes d'Italie et par conséquent ces dernières représentent à bon droit le *Langhien*.

Or, il résulte de ma note et surtout de mon récent voyage en Italie, que le parallélisme du Schlier de la Haute-Autriche et des marnes dites langhiennes de la Haute-Italie (parallélisme que M. Suess n'a indiqué qu'avec une certaine réserve) est au contraire parfaitement exact; en effet, le Schlier autrichien est compris entre le sommet du 1er étage méditerranéen (Hornerschichten) et la base du 2e étage méditerranéen (couches de Grund à *Cardita Jouanneti*), de même que les marnes à Ptéropodes sont surmontées par l'horizon de Turin à *Cardita Jouanneti* et reposent sur les grès et mollasses du 1er étage méditerranéen à *Pecten præscabriusculus* (couches d'Acqui). Il faut rappeler en passant, avec M. Munier-Chalmas, que c'est à ces dernières couches que Pareto avait appliqué d'abord le terme de *Langhien*, nom appliqué plus tard par M. Mayer aux marnes à Ptéropodes et qui ne peut prêter qu'à confusion.

3° M. Fallot ne veut pas admettre le terme de *Burdigalien* pour les couches du 1er étage méditerranéen, sous le prétexte que ces couches ne se trouvent pas dans la ville de Bordeaux mais seulement aux environs. A ce titre, il faudrait changer la moitié au moins des noms d'étages géologiques, notamment le *Plaisancien* et le *Tortonien* pour ne pas sortir du Néogène.

4° Je relèverai enfin dans la note de M. Fallot une erreur stratigraphique grave. Ce géologue parallélise la mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* du bassin du Rhône avec les couches de Salles à *Cardita Jouanneti*, erreur sur laquelle il me paraît inutile d'insister.

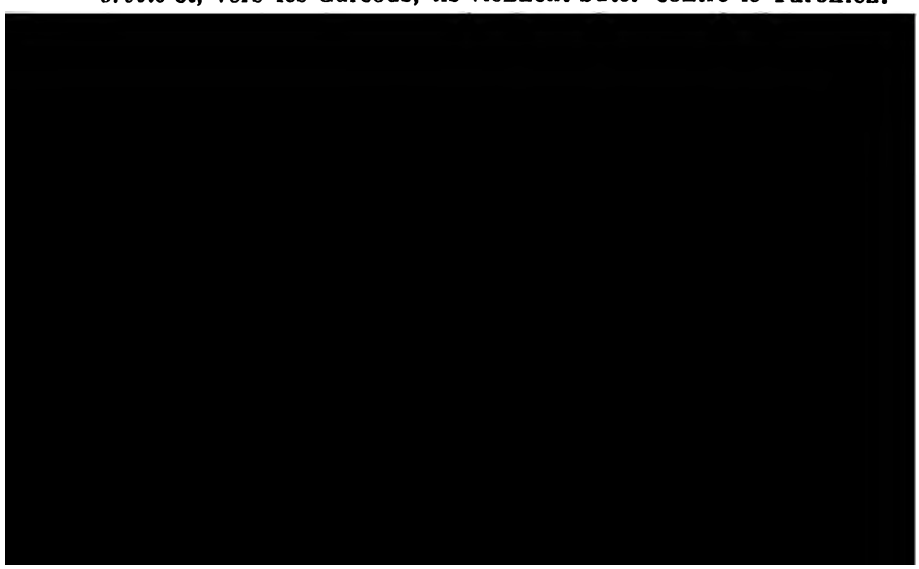
Je ne vois donc, dans la note de mon honorable contradicteur, aucune raison pour modifier les idées que j'ai exprimées sur la classification et le parallélisme du Miocène.

M. Marcel Bertrand présente au nom de **M. de Grossouvre**, la note suivante : *Sur la Géologie des environs de Bugarach et la craie des Corbières.*

La note que j'ai l'honneur de présenter a pour objet de préciser les données concernant le mouvement des couches situées sur le versant septentrional de la chaîne de Saint-Antoine de Galamus.

M. Roussel et moi avons donné, l'an dernier, la coupe générale de la vallée de Saint-Louis.

J'ajouterai seulement ici que les bancs de poudingues grossiers, intercalés dans la série crétacée, sont discordants par rapport aux couches sous-jacentes : près de Parahou-le-Grand, ils sont au contact des assises marno-gréseuses du Santonien; à la bergerie d'Eu Plantié, ils sont au voisinage des calcaires marneux à *Micraster brevis* et, vers les Garcous, ils viennent buter contre le Turonien.



le couronne, un talus formé à la partie supérieure par les marnes aptiennes et à la base, par les grès cénomaniens.

Les pointements infraliasiques que l'on trouve près de Campeau, au pic de Chalabre, etc., jalonnent l'axe du pli anticlinal.

La coupe de la vallée de l'Agly permet de constater *directement* le recouvrement de la série crétacée par les calcaires jurassiques.

Au Moulin de Cubières on voit, comme l'a depuis longtemps indiqué d'Archiac, plonger en concordance, sous les calcaires de la chaîne, des marnes feuilletées noirâtres dans lesquelles Cayrol a signalé autrefois la présence des fossiles du Gault.

Un peu en avant du moulin, des assises calcaréo-gréseuses renferment des Caprines, ainsi que l'a constaté la Société dans sa course de l'an dernier : les Orbitolines y sont très abondantes par places et on y trouve aussi du quartz bipyramidé, ainsi d'ailleurs que dans tous les grès cénomaniens de la région.

Ces assises à Caprines et à Orbitolines sont très puissantes et se continuent jusqu'à une petite distance de Cubières, se développant ainsi sur une largeur considérable.

Sur le monticule situé à l'ouest de ce village, au sud du massif de calcaire à Hippurites qui le couronne et presque en contact avec lui, on rencontre un banc calcaréo-gréseux caractérisé par une très grande abondance de Caprines : il renferme, en outre, *Ostrea carinata*, des Rhynchonelles, des Térébratules, *Terebratella* cf. *Menardi*, *Holaster subglobosus*, etc.

Ces assises à Caprines se poursuivent au contact des calcaires à Hippurites jusque vers Camps.

Je suis ainsi amené à considérer ce banc à Caprines comme constituant l'extrémité septentrionale de la bande des terrains renversés. Les massifs calcaires à Hippurites, formant la série de monticules si pittoresques qui s'alignent entre Camps et Cubières, en contact avec ce banc, me semblent reposer en superposition normale sur les assises marno-gréseuses du Santonien, qui leur sont sous-jacentes.

Il convient vraisemblablement de considérer comme appartenant au massif de recouvrement le lambeau de marnes avec Micraster, qui est superposé aux calcaires à Rudistes du monticule portant la côte 496.

Je crois devoir attirer l'attention sur la signification du Conglomérat de Saint-Louis.

Outre une masse prédominante de galets de quartz blanc et de schistes primaires, il est constitué par des débris appartenant aux terrains secondaires. Ce sont principalement des fragments cal-

caires à angles très légèrement arrondis, accusant par conséquent un transport peu prolongé. On y trouve des fossiles cénomaniens (Ichthyosarcolythes) et des fossiles sénoniens (Hippurites).

Pour que ce conglomérat ait pu se former, il a nécessairement fallu que des massifs plus ou moins étendus, précédemment situés sous les eaux, aient été émergés. Les couches crétacées, antérieurement déposées, ont donc dû être amenées au-dessus du niveau de la mer et exposées à la dénudation et au ravinement de manière à fournir les matériaux du conglomérat supra-sénonien.

Magnan a montré que l'époque cénomanienne est caractérisée sur certains points de la chaîne par un conglomérat formé de blocs appartenant tous à des terrains antérieurs, et qu'on y trouve des roches de transition, jurassiques et crétacées (Néocomien, Aptien et Albien).

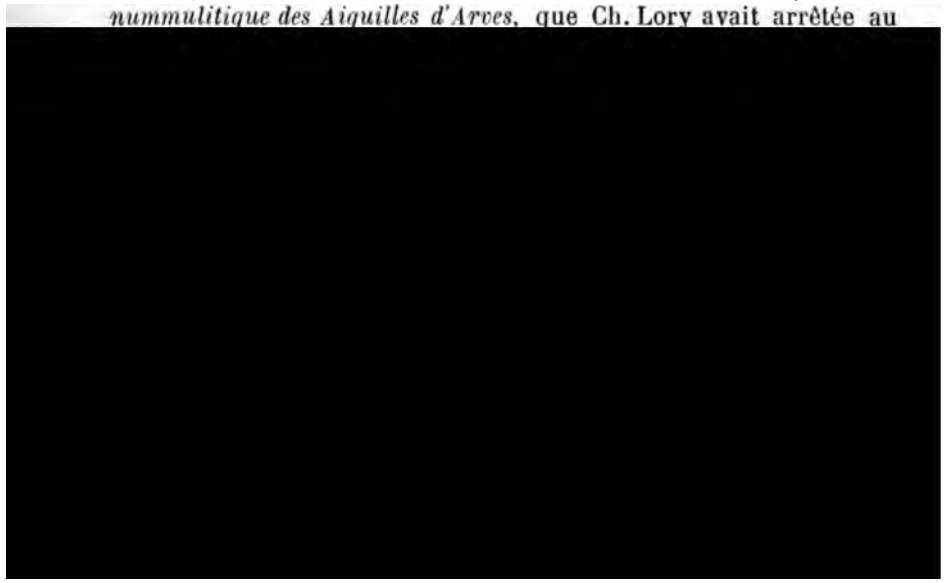
L'existence de ce conglomérat prouve également qu'à ce moment un mouvement d'émersion s'est produit : il est facile de voir qu'il a eu lieu sur l'emplacement de la chaîne centrale.

Ainsi, dès l'époque cénomanienne, des terres émergées existaient aux environs de l'axe des Pyrénées.

La région pyrénéenne donne donc l'indication bien nette de deux mouvements orogéniques importants pendant l'ère crétacée : l'un au début de l'époque cénomanienne, l'autre vers la fin de l'époque santonienne ou le début des temps campaniens.

Je montrerai plus tard que ce second mouvement n'a guère moins d'importance et de généralité que le premier .

MM. **Kilian** et **Révil** annoncent à la Société qu'ils viennent de suivre jusqu'au voisinage du Col du Bonhomme *la bande synclinale nummulitique des Aiguilles d'Arves*, que Ch. Lory avait arrêtée au



habituel de schistes ardoisiers et de grès brunâtres (Flysch) identiques à ceux de l'Embrunais. Ces couches affleurent également au Col du Cormet d'Arèches, au Crêt du Rey, forment une partie des massifs de la Portella, de Pierre Menta et de l'Aiguille du Grand Fond et se retrouvent au S.-E. du Roc de Biolley, près du Cormet de Roselend. Enfin, il est très probable que c'est au Nummulitique qu'appartiennent les brèches micacées et quartzeuses de la vallée des Chapieux (Crey-Bettex), appuyées contre les calcaires cristallins du Lias. Il y a lieu de croire, en outre, que des recherches ultérieures permettront de suivre cet horizon jusqu'en Italie, entre le col de la Seigne et la cîme de Lancebranlette.

La continuité de ce synclinal, occupé par les puissants dépôts nummulitiques, depuis le col de Larche (Basses-Alpes) jusqu'au voisinage du Petit Saint-Bernard, est un fait actuellement bien constaté et l'un des plus remarquables de la géologie alpine. Si l'on considère en outre la distance relativement peu considérable qui sépare les affleurements nummulitiques du désert de Platé (près du col d'Anterne), des Aravies et du Reposoir, de ceux que viennent de découvrir MM. Kilian et Révil au S. O. du Mont-Blanc, on éprouvera quelque difficulté à voir encore là les dépôts de deux mers distinctes et séparées par un isthme qui aurait été bien étroit. Il y a donc lieu, semble-t-il, de renoncer au « Golfe nummulitique » des Alpes dauphinoises et il paraît désormais très probable que les eaux éocènes des Alpes suisses et bavaroises étaient en communication directe avec la mer nummulitique du Dauphiné et des Alpes-Maritimes, comme plus tard, et dans une zone plus extérieure, nous voyons la mer mollassique (burdigalienne) des chaînes subalpines se continuer par la Suisse et le bord alpin jusqu'en Autriche.

Nota. — Les épaisses assises qui font l'objet de cette note avaient été rangées dans le Trias par Lory, Pillet et Vallet (malgré la présence de nombreux fragments de calcaires liasiques dans les brèches de Crey-Bettex et du vallon du Coin).

Le Secrétaire dépose sur le bureau les deux notes suivantes envoyées par M. **Tardy.**

EXTENSION DES MOLLASSES DANS LE JURA

M. **Tardy** fait remarquer que les Mollasses forment des pierres de taille d'un grain fin et tendre entre les Alpes et le Jura, et que ces grès siliceux sont d'un grain plus grossier et sont très fossili-

fères sur une bande comprenant les gisements de Saint-Laurent-Grand-Vaux dans le Jura, de Saint-Martin-de-Batel près de Belley et tous les témoins qu'on trouve sur cette direction à Passin, à la combe d'Evaaz, etc. A cette dernière bande, il convient de rattacher les blocs de grès siliceux qu'on rencontre çà et là dans les champs, vers Thenay, autour du hameau de Malix; ces pierres sont recherchées comme pierres à aiguiser et pour plaques de foyer ainsi que pour les fours. On n'y peut rencontrer aucune trace de fossiles, mais ces pierres isolées ne ressemblent en rien à des cailloux erratiques. Ils rappelleraient aux géologues parisiens les blocs épars du grès de Fontainebleau. Il convient donc de les regarder comme le produit d'une assise démantelée sur place.

A l'Ouest du Jura, les sables mollassiques sont meubles et ne renferment que rarement des fossiles, dents de squales, balanes, etc.

Il semble ainsi que la mer des Mollasses a couvert tout le Jura, en y laissant des dépôts toujours siliceux, mais de grain varié suivant la distance des Alpes, et sans doute aussi suivant la hauteur du Jura déjà soulevé dans sa partie occidentale.

AGE DU MANGANÈSE DANS LE JURA

Il résulte d'une exploration récente faite par M. **Tardy**, dans la région qui environne la gare du Pont-d'Ain, département de l'Ain, en vue de la recherche de la pierre blanche pour des exploitants de cette matière première très employée dans les industries chimiques lyonnaises, que le Manganèse qui souille plusieurs de ces calcaires blancs ne commence à paraître dans les calcaires coralligènes à *Nerinea trinodosa* que vers le milieu de l'époque de leur

Quelques mots sur l'Oxfordien et le Corallien des bords de la Serre, par M. l'abbé **Bourgeat.**

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société géologique dans sa séance du 19 Juin 1893.

L. Bombici-Porta, Sulla priorità di una spiegazione circa il sollevamento delle montagne e le loro dislocazioni, specialemente dell' Appennino emiliano. — Falsan, Les Alpes françaises (2 volumes). — P. Fliche, Sur un nouveau genre de Conifère rencontré dans l'Albien de l'Argonne. — E. Rondeau, Description géologique des environs d'Angers.

La prochaine séance aura lieu le **Jeudi 14 Septembre 1893,** à **8** heures du soir, au *Musée du Puy* (Séance d'ouverture de la réunion extraordinaire).

Le Secrétaire-Gérant : A. DEREIMS.

1000 — Lille, Imp. Le Bigot frères.

N° 14

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DANS

LE VELAY ET LA LOZÈRE

du Jeudi 14 Septembre au Dimanche 24 Septembre 1893.

Les membres de la Société qui ont pris part à la réunion sont :

MM. Adan de Yarza,
Bertrand (Marcel),
Bertrand (Léon),
Boule,
Bourgery,
Carrière,
Cayeux,
Chaignon (de),
Chibret,
Delebecque,
Depéret,
Dreyfus,
Durand,
Fabre,
Ficheur,
Flournoy,
Gosselet,
Gouverneur,
Haug,
Hovelacque,
Jackson,
Kilian,
Léenhardt,
Margerie (de),
Michel-Lévy,
Mouret,
Pellat,
Raveneau,
Reymond,
Riche,
Tabuteau,
Tardy,
Termier,
Thiéry,
Vernière,
Vidal de Lablache,
Voisin,
Watteville,

Un certain nombre de personnes étrangères à la Société ont suivi une ou plusieurs excursions. Ce sont :

MM. Bernard,
Boudon,
Bonhomme,
Boulay (abbé),
Boyer,
Delcros,
Faure,
Gillet-Paris,
Girollet,
Gueyffier.

Ce Compte-Rendu paraît deux fois par mois.

MM. GUIBERT,
HEDDE,
JOUVE,
MICHEL,
MICHEL-LÉVY (A),
MICHEL-LÉVY (H),
NASSEL,
MM. OFFRET,
PAGÈS (abbé),
PONS,
TERRA,
VASSEL,
QUENEY.

Séance du 14 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELET, PUIS DE M. BOULE.

Les membres de la Société se sont réunis à huit heures du soir dans la salle des groupes lapidaires du Musée, mise à leur disposition par M. le Maire du Puy.

M. Gosselet, vice-président de la Société, déclare la session extraordinaire ouverte.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. le Dr **Luis E. Mourgues**, professeur de chimie à l'Université de Santiago, présenté par MM. Noguès et Munier-Chalmas.

Boistel, professeur à la faculté de droit de Paris, présenté par MM. Albert Gaudry et Stanislas Meunier.

Bertolio Sellmann, ingénieur au corps royal des

M. le Président remercie MM. Boule et Fabre, les organisateurs des excursions, la Municipalité du Puy pour l'excellente hospitalité qu'elle a bien voulu donner à la Société, et M. Dreyfus, conservateur des collections de géologie, qui n'a rien négligé pour nous faire connaître les richesses du Musée.

Il est procédé à la nomination du Bureau pour la durée de la session. Sont élus :

Président : M. **Boule.**
Vice-présidents : MM. **Fabre, Depéret, Termier et Gosselet.**
Secrétaires : MM. **Cayeux** et L. **Bertrand.**
Trésoriers : MM. **Bourgery** et **Thiéry.**

M. **Boule** remercie ses confrères du grand honneur qu'ils lui ont fait en le désignant comme Président. Il retrace, en quelques mots, la géographie physique et la géologie du Velay, en exposant le plan général des excursions que la Société se propose de faire. D'ailleurs, un programme explicatif et détaillé avec figures est distribué à chaque membre de la Société. En terminant, M. Boule s'adresse aux habitants du Puy ; il rappelle l'accueil excellent qu'il en a toujours reçu, et les invite à venir prendre part aux réunions géologiques. Il adresse à son tour des remerciements à la Municipalité et à M. Dreyfus qui a bien voulu préparer, en l'honneur du Congrès, une exposition spéciale des principaux fossiles caractérisant les divers étages du Velay.

Le Président présente et résume une note de **M. de Rouville** sur *le Cambrien de l'Hérault*. L'auteur y signale l'existence d'un terme *Antéparadoxidien* formé de calcaires saccharoïdes, schistoïdes, d'au moins mille mètres d'épaisseur avec une formation gréseuse à la base.

M. Haug fait observer que M. Bergeron est arrivé aux mêmes conclusions pour la Montagne-Noire, dans ses explorations de l'an dernier.

La séance est levée à neuf heures et demie.

Séance du 16 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE, PUIS DE M. GOSSELET.

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir.

M. le Maire du Puy honore la Société de sa présence. Il est prié par le Président de vouloir bien prendre place au Bureau.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Dreyfus**, professeur au Lycée, présenté par MM. le colonel Durand et M. Boule.

Vernière, à Brioude, présenté par MM. Albert Gaudry et M. Boule.

M. **Boule**, indisposé, ne peut faire les comptes rendus des courses du 15 et du 16 septembre ; ces comptes rendus paraîtront dans le Bulletin. Il prie M. Gosselet de vouloir bien le remplacer au Bureau.

M. **Gosselet** remercie de nouveau M. le Maire et la municipalité du Puy pour l'excellent accueil fait à la Société géologique de France.

M. le **Maire du Puy** déclare que c'est par suite de circonstances indépendantes de sa volonté qu'il n'a pu assister à la séance d'ouverture de la Réunion extraordinaire.

1° *Une faune pliocène ancienne* répondant au Pliocène inférieur (Plaisancien) et au Pliocène moyen (Astien). Elle est caractérisée par un grand nombre de genres archaïques éteints, comme l'*Hipparion*, l'*Hyænarctos*, le *Palæoryx*, le *Dolichopithecus*, plusieurs Rongeurs (*Trilophiomys*, *Ruscinomys*); par de grands Singes à affinités asiatiques (*Semnopithecus*, *Dolichopithecus*); par l'abondance des grandes Antilopes à affinités africaines (*Palæoryx Cordieri*, *boodon*); par la rareté et la simplicité relatives des bois des Cervidés. L'absence des genres *Equus*, *Bos* et *Elephas* constitue en outre un caractère négatif général dans toute l'Europe.

2° *Une faune pliocène récente*, qui répond seulement au pliocène supérieur (*newer pliocene* des Anglais). Les genres archaïques ont disparu sauf le *Mastodon*; le Cheval (*Equus stenonis*) remplace l'*Hipparion*; les Bovidés apparaissent pour la première fois en Europe (*Bos elatus*); les Singes persistent en Italie, mais sont voisins du Magot actuel de Gibraltar; l'*Elephas meridionalis* apparaît et coexiste à peu près partout avec les *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni* (Italie, vallée de la Saône, Angleterre). Il convient de remarquer que cette faune récente ne correspond qu'à une portion peu importante des dépôts marins pliocènes.

En Italie, la faune pliocène ancienne est fort mal représentée par quelques débris sporadiques; en revanche, la faune pliocène récente compte de beaux gisements dans les couches saumâtres et fluviatiles qui surmontent le pliocène marin de l'Astésan et dans les graviers fluviatiles ou *sansino* du val d'Arno.

Dans le Midi de la France, les sables marins et les marnes d'eau douce de Montpellier, ainsi que les couches fluvio-lacustres qui terminent le Pliocène moyen du Roussillon, nous donnent le type le plus net de la faune pliocène ancienne et permettent de préciser son niveau stratigraphique.

Dans la Bresse, la faune pliocène ancienne à *Hipparion* et *Palæoryx* se retrouve dans les couches lacustres du Pliocène inférieur et dans les couches fluviatiles du Pliocène moyen (sables de Trévoux); la faune Pliocène à *Elephas meridionalis*, *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni*, *Equus stenonis*, *Bos elatus*, est magnifiquement développée dans les *sables de Chagny*.

En Angleterre enfin, les *nodule-beds* de la base du Crag rouge et le Crag rouge lui-même sont le gisement de la faune pliocène ancienne à *Hipparion*, tandis que le Crag fluvio-marin contient la faune récente du Pliocène supérieur avec les genres *Equus*, *Bos* et l'*Elephas meridionalis* associé au Mastodonte. Le *forest-bed* de Nor-

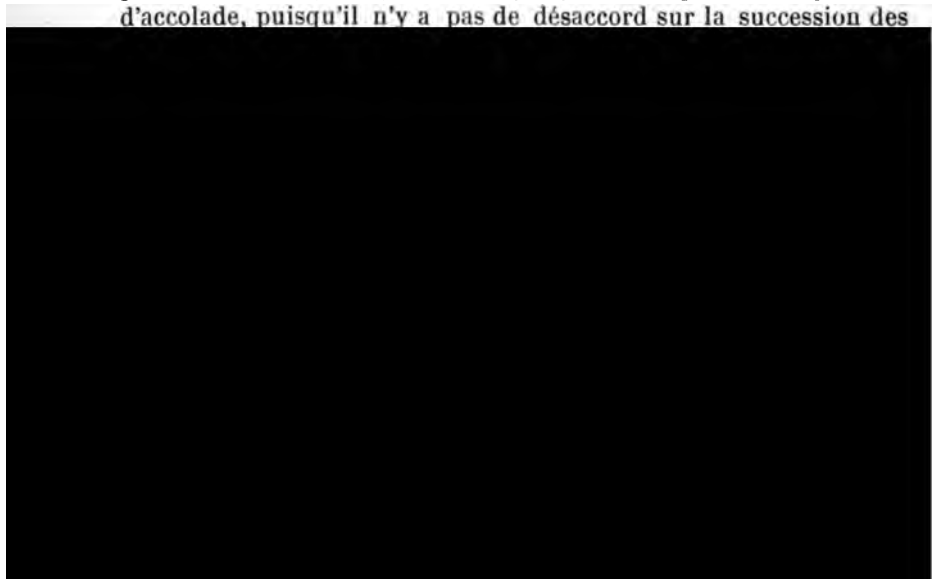
folk représente un horizon encore plus élevé qui pourrait être avec avantage rattaché au Quaternaire.

Si on applique ces données stratigraphiques aux gisements du Plateau Central, il est facile de constater que la faune pliocène ancienne manque dans cette région. L'horizon de Perrier, des sables à Mastodontes du Puy, du Coupet, de Vialette, avec *Mastodon arvernensis*, *Equus stenonis*, *Bos elatus*, nombreux Cerfs, rentre donc dans le Pliocène supérieur, malgré l'absence toute locale de l'*Elephas meridionalis*.

La faune de Sainzelles ne diffère guère de celle de l'horizon précédent que par la présence de cette espèce et l'absence du Mastodonte, mais présente tous les autres caractères de la faune de Perrier et ne peut être considérée que comme une simple subdivision locale du même étage.

Il résulte de ces faits que les basaltes intercalés dans les graviers de Perrier et dans les sables à Mastodontes du Puy ainsi que les brèches qui les accompagnent (β_0 et $p^o\,\beta_0$ du service de la Carte) ne sont pas du Pliocène moyen, mais du Pliocène supérieur et se rattachent chronologiquement de très près aux basaltes des plateaux (β^1 du service de la Carte). Quant aux éruptions antérieures à l'horizon de Perrier (Mont-Dore, Mézenc), il n'y a pour le moment aucun moyen de préciser leur âge ni de les répartir entre le Pliocène inférieur et le Pliocène moyen.

M. **Boule** déclare que l'état de sa voix ne lui permet pas de faire une longue réponse à l'intéressante communication de M. Depéret. Il se réserve de la rédiger pour le Bulletin. Il fait pourtant remarquer qu'il ne s'agit guère ici que d'une question d'accolade, puisqu'il n'y a pas de désaccord sur la succession des



M. **Depéret** déclare n'avoir point de documents suffisants pour être affirmatif en ce qui touche la coexistence du *Mastodon arvernensis* et de l'*Elephas meridionalis*, en Auvergne. Mais il n'y a aucune réserve à faire sur ce point pour l'Italie, l'Angleterre et pour les sables de Chagny, dans la vallée de la Saône.

Sur l'invitation du Président, M. l'abbé **Boulay** examine rapidement les flores pliocènes du Plateau central.

La séance est levée à dix heures.

Séance du 22 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE.

La séance est ouverte à huit heures.

A propos du passage du procès-verbal de la dernière séance, où il est dit que les divergences entre M. Boule et M. Depéret concernant l'âge des sables à Mastodontes se réduisent à une question d'accolade, M. **Depéret** fait remarquer que la question a plus d'importance et qu'elle intéresse la géologie générale.

La Société devant se rendre à neuf heures au punch d'honneur auquel la municipalité du Puy l'a conviée, le temps dont on peut disposer ne permet pas à M. Boule de faire le compte rendu des excursions dans les massifs du Mégal et du Mézenc. Ces comptes rendus paraîtront dans le Bulletin. Mais il se tient à la disposition des personnes qui auraient quelques observations à présenter ou des renseignements à demander.

Sur l'invitation de M. Gosselet, M. **Boule** résume la *succession des éruptions du Velay* afin de relier les courses faites aux environs du Puy avec les courses faites au Mézenc et au Mégal.

Il insiste particulièrement sur la continuité des éruptions volcaniques dont le Velay a été le théâtre depuis le Miocène supérieur, époque de laquelle datent les basaltes des Coirons et les basaltes les plus inférieurs du Mézenc, jusqu'au Quaternaire ou Pléistocène, époque à laquelle correspondent plusieurs volcans étudiés par la Société, Denise, le Mont-Jonet, la Terrasse.

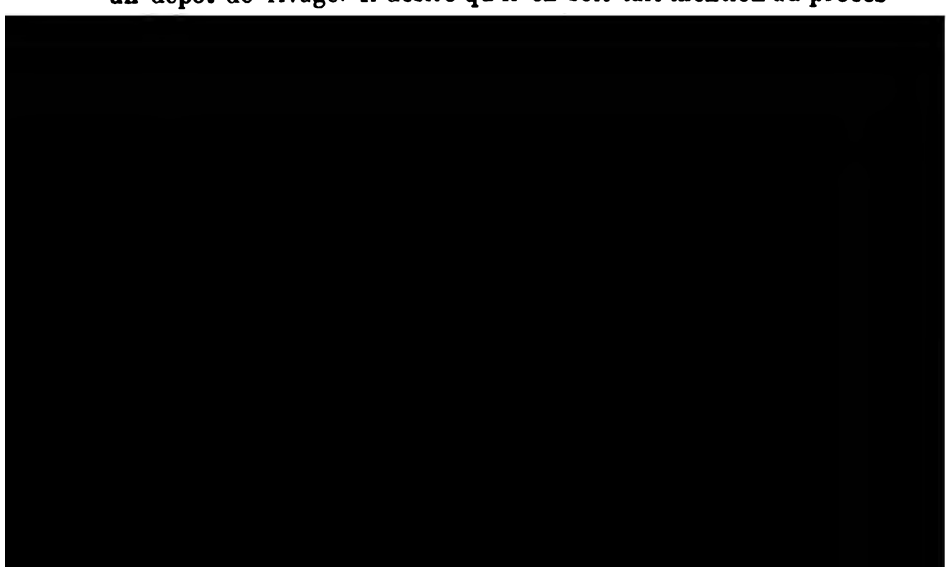
M. **Fabre** expose les grands traits orographiques de la région que la Société doit visiter dans les départements de la Lozère et de l'Ardèche. Cette région fait partie du grand *horst* du massif central de la France, c'est même la partie de ce *horst* où les roches cristallines ont été portées aux plus grandes hauteurs par suite du jeu des failles d'âge tertiaire.

Le gneiss et les micaschistes y sont visiblement antérieurs à la venue des trois larges épanchements granitiques qui forment les massifs de la Margeride (1554^{m}), du Mont Lozère (1702^{m}) et de l'Aigoual (1567^{m}). Reliant entre elles ces hautes montagnes aplaties au relief usé, s'étendent des régions plus basses ; l'une, gneissique et peu érodée, constitue aux sources de l'Allier le *haut Gévaudan*, que la Société doit traverser ; l'autre, schisteuse et profondément creusée par les innombrables sources du Gardon, c'est *la Cévenne* ; la troisième, enfin, comprend le curieux pays des *Causses* calcaires, ancien golfe jurassique comblé par les sédiments.

La Société aura à visiter en détail le fond de ce golfe ; elle pourra voir les témoins de son extension ancienne vers l'Est, et les traces de son ancienne jonction avec le bassin du Rhône.

M. **Boule** invite les Membres de la Société à se partager une collection de petites concrétions de silex résinite connues sous le nom de « dragées de Glavenas » et que M. Vernière met à leur disposition.

M. **Marcel Bertrand** informe la Société que M. Termier est d'accord avec les membres qui l'ont suivi dimanche dernier à Saint-Pierre-Eynac pour considérer l'Oligocène de cette localité comme un dépôt de rivage. Il désire qu'il en soit fait mention au procès-



Séance du 23 Septembre 1893, à Bagnols-les-Bains

PRÉSIDENCE DE M. BOULE.

La séance est ouverte à huit heures et demie, dans une des salles de l'Hôtel des Bains.

M. Fabre donne un résumé des courses des 21, 22 et 23 septembre. Dans l'après-midi du 21, la Société a pu, du sommet de Beauregard, prendre une vue d'ensemble sur les environs de Langogne, constater combien est émoussé le relief montagneux des hautes régions gneissiques d'où sort l'Allier, et combien cette orographie est peu modifiée ou altérée par les érosions modernes des vallées.

Du côté du N-O la vue s'étendait librement sur le petit bassin tertiaire oligocène de Naussac, dont les formes semblent avoir été peu changées par les courants d'eau venant du Sud qui, à l'époque du Miocène supérieur, ont recouvert le pays de nappes de cailloux roulés. La Société a longuement stationné sur un de ces petits dépôts de cailloux contenant de nombreux silex et chailles jurassiques qui ont livré quelques fossiles bajociens.

Après avoir repris le chemin de fer depuis Langogne jusqu'à la Bastide, la journée s'est terminée par une promenade à pied entre la gare et le monastère de Notre-Dame-des-Neiges, où la Société devait coucher, et où elle a reçu de la part des Pères Trappistes le plus cordial accueil. Dans ce court trajet de 2 kil. on s'est maintenu sur la limite du gneiss et du micaschiste et on a pu jouir d'une vue très étendue sur les hauts plateaux du Vivarais, couronnés par les puissantes couches horizontales du grès triasique.

Dans la journée du lendemain, la Société a remonté en voiture la vallée supérieure de l'Allier, et franchissant au plateau de Chasseradès (1178^{m}) la ligne de partage des eaux, a brusquement aperçu les derniers petits *causses* du Gévaudan, seuls témoins de l'ancienne extension de la mer jurassique. On a relevé en détail la coupe des causses de Mirandol, et on a suivi en voiture pendant 20 kilom. la limite septentrionale des causses, contournant ainsi la plaine déserte et monotone de Montbel (1200^{m}), d'où les eaux s'écoulent dans les trois bassins de la Garonne, de la Loire et du Rhône. On a pu voir les divers étages, d'abord très réduits en épaisseur, prendre de plus en plus d'importance à mesure qu'on s'avançait vers l'Ouest. En particulier, après avoir constaté à Mirandol que le Lias se présentait avec un faciès côtier spécial, et une épaisseur réduite

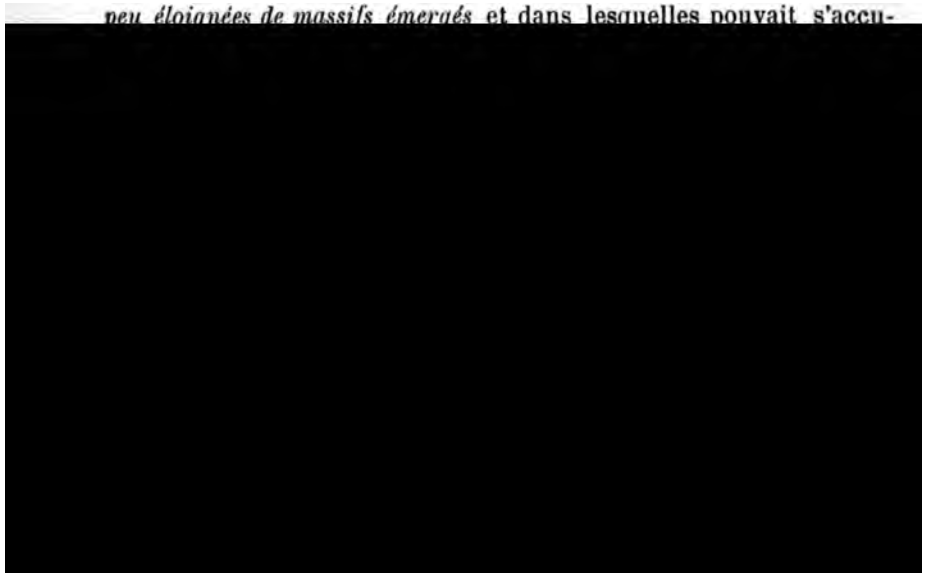
de 6 à 7m, on a pu le voir acquérir une puissance de plus de 50m sous le causse de Larzalier. La nuit n'a pas permis d'explorer la vallée d'Allenc, mais à Bagnols-les-Bains quelques instants de la soirée ont été consacrés à la visite des sources thermales sulfureuses qui sourdent des micaschistes granulitisés sous l'hôtel même, au milieu d'anciennes substructions romaines.

La journée du 23 a été consacrée à une excursion dans le Valdonnés, large vallée d'érosion creusée en plein massif des causses, qui montre le faciès normal du jurassique de cette région. Les ravins des environs de Lanuéjols ont montré le Lias marneux sur près de 100m d'épaisseur, plein de fossiles pyriteux et surmonté de 150m de calcaires bajociens et de dolomies du même âge.

Du haut du point culminant du Causse de Mende, dit le Roc de l'Aigle (1251m) on a pu voir que les couches jurassiques affectent l'allure d'un fond de bateau légèrement relevé au N. par la Margeride et au S. par le Mont-Lozère; que des failles importantes ont dénivellé la région, faisant butter les calcaires contre les roches cristallines. La Société a pu examiner en détail une de ces failles et étudier le redressement et le renversement complet du Lias pendant trois kilomètres entre le col de la Loubière et Lanuéjols.

Une discussion s'engage ensuite entre MM. Fabre, Bertrand, Haug, Depéret et Kilian sur les changements de faciès du Lias du midi de la France.

M. **Kilian** fait observer que, tant en ce qui concerne le « géosynclinal subalpin » de M. Haug, que pour les « fosses » auxquelles vient de faire allusion M. Fabre, il s'agit de dépressions en somme *peu éloignées de massifs émergés* et dans lesquelles pouvait s'accu-



assez loin dans la masse centrale et ayant isolé, en les protégeant, des lambeaux plus récents.

MM. **Bertrand** et **Kilian** sont frappés de l'analogie que présente le Dogger de la région visitée par la Société, avec celui de la Provence. M. Kilian ajoute qu'on a recueilli *Harpoceras opalinoides* à la base du Bajocien du Roc de l'Aigle.

Séance du 24 Septembre 1893, aux Vans.

PRÉSIDENCE DE M. FABRE

La séance est ouverte à huit heures et demie, dans une salle de la mairie des Vans.

M. **Fabre** résume l'ensemble des faits stratigraphiques observés dans la journée pendant le long parcours de 70 kilom. effectué en voiture de Bagnols aux Vans. La route prise par la Société a suivi la faille du Mont-Lozère, et l'a même recoupée en plusieurs points; on a pu constater ainsi que sur tout ce parcours s'échelonnent une suite de petits *causses* jurassiques légèrement inclinés vers le Sud et butant tous contre les roches cristallines.

La Société a pu contrôler l'intéressante coupe du causse de Bleymard et recueillir les fossiles caractéristiques du Lias moyen et de l'Infralias au col de Tribes (1130^{m}) sur la ligne de partage des eaux entre le Lot (Océan) et l'Allier (Méditerranée).

A mesure qu'on s'est éloigné de Bagnols vers l'Est, les étages jurassiques sont allés en s'amincissant, le Lias supérieur a disparu, et l'Infralias seul a subsisté aux environs de Villefort. Mais dès qu'on a dépassé cette petite localité, un nouveau terrain apparaît à la base de la série sédimentaire : ce sont les grès blancs sableux du trias qui prennent de plus en plus d'importance à mesure qu'on s'avance vers le bassin du Rhône. La Société a pu du haut du col du Mas-de-l'Air voir ces grès couronner au Nord les vastes plateaux de la Garde-Guérin, des Balmelles et de Montselgues.

Les petits *causses* jurassiques du Mas-de-l'air, du Mas-de-la-Balme, de la Baraque-du-Chausse et d'Albaret ont montré le Bathonien prenant de plus en plus d'importance et reposant directement sur le Bajocien ou même sur l'Infralias.

M. Fabre montre comment l'examen des altitudes auxquelles se retrouvent les lambeaux de terrains sédimentaires prouve la réalité d'un vaste anticlinal à grande courbure, dont le point culminant serait aux environs de Bleymard. Il termine en rappelant que les études d'ensemble comme celles que la Société vient de faire peuvent fournir des notions précises sur l'allure même souterraine des couches sédimentaires; que la connaissance de cette allure a une importance industrielle toute particulière aux environs des Vans, parce que seule elle permettrait de préjuger l'extension du bassin houiller du Gard vers le N.-E. sous les terrains de recouvrement.

M. **Kilian** fait remarquer que les calcaires à Entroques passant vers la base aux couches gréseuses que M. Fabre considère comme liasiques, renferment des Radioles de *Rhabdocidaris* et des *Cidaris* voisins de *Cid. Courtaudina.* Il serait plutôt disposé à voir dans cet ensemble un faciès côtier du Bajocien.

M. **Carrière** donne en résumé la coupe des terrains jurassiques des environs des Vans, et fournit d'intéressants détails sur les vestiges laissés dans le pays par les diverses populations qui l'ont habité aux époques préhistoriques.

M. **Gosselet** s'exprime en ces termes :

Nous ne pouvons pas nous séparer sans remercier ceux qui ont si savamment dirigé nos courses pendant ces dix jours. C'est d'abord notre président, M. Boule, que nous regrettons de ne pas voir à cette séance. C'est lui le principal organisateur de l'excursion. Pendant sept jours il nous a guidés dans les formations volcaniques du Velay. Nous avons admiré comment il a pu fixer l'âge de

n'avons eu qu'à admirer la sagacité de nos collègues et à leur adresser toutes nos félicitations. Nous y joignons nos remerciements. Grâce à eux, la session du Puy a été pour nous aussi instructive qu'agréable.

M. **Fabre** exprime en son nom et au nom de M. le Président, absent, les sentiments de vive reconnaissance que lui inspirent les paroles aimables de M. Gosselet; il remercie la municipalité des Vans d'avoir bien voulu mettre la salle de la mairie à la disposition de la Société, et il est heureux de constater que la présence d'un nombreux auditoire indique combien la science géologique est appréciée par la population industrieuse du Vivarais. — Sur ses propositions, des remerciements bien mérités sont votés par acclamation à nos dévoués trésoriers MM. Bourgery et Thiéry.

M. Fabre déclare close la réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1893.

Quelques personnes ont fait le lendemain 25 Septembre une excursion à Berrias.

Au départ des Vans, et sous la conduite de notre aimable confrère M. Carrière, qui nous a fait les honneurs de son pays natal, on a gravi les longs détours de la côte qui se développe sur les pentes du plateau du *Gras* à travers toute la série jurassique.

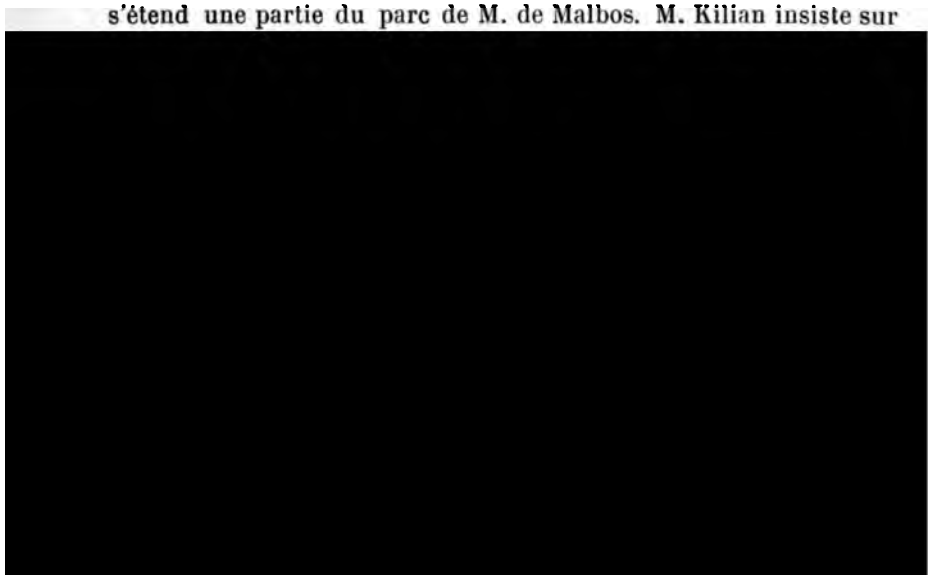
Au calcaire gris du Bathonien sur lequel sont assises les dernières maisons des Vans et le Temple, succèdent de puissantes couches de marne callovienne, puis des calcaires très marneux, noduleux, remplis d'ammonites de la zone à *Cordatus*; plus haut les calcaires deviennent plus compactes et les fossiles très rares, c'est la zone à *A. bimammatus*, la roche passe enfin à un calcaire gris dur bien lité avec *A. polyplocus;* c'est le sommet de la côte; on découvre de ce point la verdoyante vallée du Chassezac, l'entrée de sa gorge ou *cañon*, et le commencement des curieux rochers du bois de Païolive.

Au sortir des Vans, M. **Kilian** fait remarquer la nature grumeleuse des couches à *Pelt. transversarium*. Ce faciès est très répandu dans le bassin du Rhône : Trept (Isère), Rians (Var), Chabrières (Basses-Alpes), etc., il ne paraît pas pouvoir être considéré comme particulièrement *côtier*. Les traces incontestables d'un rivage voisin qui s'observe aux environs des Vans pour le Lias et le Dogger, n'exis-

tent pas pour le Jurassique supérieur. On peut en conclure à une transgression de ce dernier dont les dépôts côtiers, aujourd'hui enlevés par l'érosion, auraient dépassé vers l'Ouest la limite des sédiments précédents.

Au sommet de la côte, M. Kilian prend la direction de l'excursion. Après avoir traversé les couches à *Am. polyplocus* et les calcaires massifs (Kimmeridien) du bois de Païolive, dans lesquels on recueille en assez grande abondance *Phylloceras Loryi*, *Oppelia compsa*, *Haploceras Stasyczii* et quelques exemplaires de *Oppelia pugilis* Neumayr (forme caractéristique de ce niveau), la Société constate l'existence du Tithonique inférieur (*Periphinctes contiguus*, *Per. senex*) et des calcaires sublithographiques (Ardescien de M. Toucas) représentant le Tithonique supérieur. M. Kilian fait remarquer que les bancs les plus élevés de ce sous-étage, un peu plus marneux et exploités dans les fameuses carrières de Berrias, contiennent à côté d'espèces franchement jurassiques, les formes décrites par Pictet dans ses « Mélanges paléontologiques ». Cette association a été récemment mise en lumière par les travaux de M. Toucas.

Après le déjeûner, la Société va visiter les carrières de Berrias. M. **Kilian** résume brièvement la succession des diverses assises observées entre les Vans et Berrias, en renvoyant pour le détail au mémoire de M. Toucas. Il rappelle que les assises exploitées dans les carrières de Berrias renferment un mélange d'espèces du Tithonique supérieur et de la zone à *Hoplites Boissieri et Holcostephanus Negreli*. Cette dernière est représentée, à Berrias, par les calcaires marneux qui forment le flanc de la colline sur laquelle s'étend une partie du parc de M. de Malbos. M. Kilian insiste sur



N° 15 Séance du 6 Novembre 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. L. Bertrand, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce deux présentations.

M. **Schlumberger** présente à la Société le Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes de l'exercice 1892.

Il offre à la Société le compte-rendu de la 21e session de l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, tenue à Pau, en 1892.

M. **de Lapparent** présente le 5e et dernier fascicule de la troisième édition de son *Traité de Géologie*.

M. **Boule** offre à la Société un exemplaire d'une conférence sur *une excursion géologique dans les Montagnes Rocheuses*.

M. Gosselet offre, de la part de M. **Seunes**, un exemplaire d'une *Note sur la géologie de la Haute Vallée d'Aspe* (1). Ce travail résume les premières observations de M. Seunes.

De nouvelles recherches (campagne d'Août-Septembre 1893) lui ont permis : 1° de compléter et de rectifier la coupe schématique n° 5, p. 8; 2° de reporter à la base du Carbonifère les *Calcaires à Polypiers* qu'il avait placés à la partie terminale du Dévonien.

Ces calcaires sont, en effet, plus ou moins développés dans les divers affleurements de la région et peuvent être partiellement ou totalement remplacés par des calcaires noirs et des calcaires amygdalins à *Glyphioceras crenistria*. C'est ainsi qu'aux Forges d'Abel (Fonderie), sur la route de Sumport, le Dinantien est en totalité constitué par une masse puissante de calcaires noirs, parfois bréchoïdes, avec intercalation de schistes et de parties gréseuses.

Une modification très analogue se retrouve dans la Haute Vallée d'Ossau; à Geteu et à Louvie-Soubiron, les calcaires blancs rapportés au Carbonifèrien par Coquand ne se montrent qu'à trois niveaux principaux, sous la forme lenticulaire, au milieu d'un

(1) Extrait du Bull. Carte Géol. de France, n° 34, t. IV.

Ce Compte-Rendu paraît deux fois par mois.

ensemble de calcaires lamellaires et dolomitiques, de calcaires noirs, de calcschistes et de schistes noirs.

M. Seunes a constaté dans la *carrière même*, dite Geteu, la tendance de certains bancs à prendre la structure amygdaline, et il a pu observer, quelques centaines de mètres plus à l'ouest, un développement très marqué de la formation de *Calcaires amygdalins*, où il a recueilli *Glyphioceras crenistria*.

M. Seunes se propose de donner prochainement une note plus détaillée sur cette partie de la Vallée d'Ossau, dont il a commencé cette année l'étude.

Le Secrétaire présente, de la part de :

M. **Peron,** le 3e et dernier fascicule de la *Description des Invertébrés fossiles des terrains crétacés de la région sud des Hauts Plateaux de la Tunisie ;*

M. **J. Miquel,** une note sur la *Géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. St-Chinian à Coulouma ;*

M. **I. de Llorens,** une brochure sur *les Landes.*

M. **Douvillé** expose le résultat de l'étude qu'il vient de faire des *Hippurites de la Catalogne.* M. Vidal, dont les beaux travaux géologiques sur cette région sont bien connus, a bien voulu lui communiquer les échantillons qu'il avait recueillis, et en même temps lui faire part de ses découvertes récentes. Ce géologue distingue maintenant de haut en bas :

1° GARUMNIEN.

couches à *Hipp. canaliculatus*, couches à *Micraster* et couches à *H. organisans*, et considérées par M. Toucas comme représentant respectivement le Campanien, le Santonien et le Turonien supérieur.

Les dénominations des étages distingués par M. Vidal ont été établies, par comparaison avec la Provence, et à une époque (1878) où toutes les couches à Hippurites de cette région étaient considérées comme turoniennes; les fossiles examinés par M. Douvillé lui ont paru confirmer pleinement le parallélisme proposé; il résulte de ce parallélisme même que les changements introduits dans la classification des couches de la Provence, à la suite des travaux récents, devront être appliqués également à la Catalogne, et qu'en particulier, la limite supérieure du Turonien devra être abaissée.

Au point de vue spécial des Hippurites, M. Douvillé distingue les niveaux suivants :

A. GARUMNIEN, avec *H. Castroi*.

B. DORDONIEN, avec *H. radiosus* et *H. Espaillaci* (Valcèbre). Cette dernière espèce est représentée par plusieurs échantillons dans la collection de Verneuil, et l'un d'eux présente une valve supérieure bien conservée, analogue à celle de *H. Maestrei* (= Bayani); la même espèce a été retrouvée dans la Haute-Garonne par M. Peron, au Paillon; et il est probable qu'elle devra être identifiée avec l'*H. Laperousei* de Maestricht. Ce niveau supérieur rappelle tout à fait, par sa constitution et sa faune, le Dordonien de la Haute-Garonne.

C. CAMPANIEN, avec *H. Vidali*. M. Vidal a recueilli à ce niveau, dans la région du Montsech, avec l'espèce précédente, les *H. Archiaci* et *H. Verneuilli*. Ce niveau paraît avoir une grande extension. M. Vidal a retrouvé l'*H. Archiaci* à la Rentisclera de Alos (au sud du Montsech) et à Carbonils (prov. de Gerona); il présente les plus grandes analogies avec la faune de Benaïn-Leychert, d'autant plus que l'*H. Vidali*, malgré ses grosses côtes et les pustules de sa valve supérieure, présente, dans la forme de ses pores et dans ses caractères internes, une parenté étroite avec l'*H. Heberti*. Cette dernière espèce a, du reste, été recueillie par de Verneuil à la Pobla de Lillet, associée, comme à Leychert, avec *H. sulcatoides*, type. La faune à *H. Vidali*, qui se trouve à 200 mètres au-dessus des couches à *Lima orata*, est incontestablement campanienne, et ses analogies avec celle de Benaïn-Leychert viennent confirmer l'attribution au même étage de ces couches de l'Ariège.

Les couches à *Diplocteniun subcirculare* et à *Lima ovata* de la Catalogne ne renferment pas d'Hippurites, mais immédiatement

au-dessous on rencontre une faune appartenant bien nettement au Santonien; elles sont donc placées au même niveau que les couches à *Lima ovata* (galloprovincialis) de la Provence.

D. SANTONIEN, à *H. canaliculatus*. Ces couches ont fourni au Montsech une riche faune d'Hippurites, parmi lesquelles on peut citer : *H. canaliculatus*, *H. Maestrei* (= Bayani), *H. socialis*, *H. sulcatoides*, var. III: toutes ces formes se retrouvent dans le niveau moyen de la Montagne des Cornes. Ajoutons qu'au N. du Montsech, à las Colladas de Bastus, M. Vidal a recueilli, vraisemblablement au même niveau, l'*H. galloprovincialis*, forme de la Cadière.

E. CONIACIEN, à *H. giganteus*. Un exemplaire bien typique de cette dernière espèce a été recueilli à Espluga de Serra (province de Lérida) avec des *Micraster* et des *Echinocorys*; cette forme remonterait donc bien dans le Coniacien.

F. TURONIEN SUPÉRIEUR, à *H. resectus*. Avec cette espèce, on rencontre à ce niveau l'*H. Moulinsi* et une mutation de cette dernière forme, de caractère plus ancien, qui se rencontre également dans le Turonien supérieur de l'Aquitaine.

On voit que la succession de ces diverses faunes est exactement la même que celle qui a été établie pour le Midi de la France; leur parallélisme ne peut donc être douteux.

Ce qui distingue les faunes hippuritiques de la Catalogne, c'est la rareté des formes à pores réticulés et l'absence, au moins jusqu'à présent, du groupe de l'*H. turgidus*, tandis que ces diverses espèces sont, au contraire, largement représentées dans tout le Midi de la France.

On sait quelle est l'importance, en Paléontologie, des séries formées par les mutations d'un même type; deux de ces séries ont pu être reconnues : la première comprend les *H. Espaillaci*, *varia-*

Coulouma. » L'auteur y signale avec raison la localité de Coulouma comme donnant une coupe complète du Cambrien. Cette coupe, relevée de bas en haut, est la suivante : calcaires très épais passant, par des calcschistes, aux schistes renfermant la faune du Paradoxidien ; dessus repose en concordance de stratification une puissante série de grès et de schistes avec intercalations calcaires. C'est sur cet ensemble que se placent en concordance de stratification les schistes déjà connus avec faune de l'Arenig inférieur. La classification admise par M. Bergeron en 1889 (1) diffère de la précédente en ce qu'il avait placé entre les calcaires de la base (2) et le Paradoxidien des grès qui ne sont en réalité que les grès supérieurs au Paradoxidien, ramenés par suite d'un pli en dessous de ce Paradoxidien. M. Bergeron avait d'ailleurs reconnu son erreur, et dans le rapport qu'il envoya le 4 janvier 1893 à M. le Directeur du Service de la Carte géologique détaillée de la France, il avait rectifié l'ordre de superposition comme il convenait ; le fait était d'ailleurs si bien su que lors de la Réunion extraordinaire au Puy, M. Haug (3) a pu, à l'annonce de cette découverte de M. Miquel, faire observer que M. Bergeron était déjà arrivé aux mêmes conclusions. M. Bergeron reconnaît cependant que la priorité appartient bien à M. Miquel puisqu'il a publié sa note en ignorant cette rectification, qui n'a pas été imprimée ; il attendait pour en faire part à la Société d'avoir pu préciser quelle était la faune de ces calcaires dans lesquels il avait trouvé des traces d'organismes.

Le mémoire de M. Miquel serait susceptible de plusieurs critiques qui auraient trait surtout à des incorrections de langage dues à l'inexpérience de l'auteur qui en est à ses débuts dans la géologie ; mais il dénote chez lui une excellente méthode d'observation qui fait présager d'autres découvertes de sa part.

Au mois d'août dernier, MM. de Rouville et Delage, associés à M. Miquel, ont présenté à l'Académie des Sciences (séance du 21 août 1893) une note intitulée : « *Cambrien de l'Hérault.* » La succession y est la même que celle donnée par M. Miquel, mais la série cambrienne de l'Hérault y est divisée en trois groupes, le *Preparadoxidien*, le *Paradoxidien* et le *Postparadoxidien*, dont la terminologie et les assimilations avec les termes du Cambrien de l'Angleterre, ne paraissent pas, à M. Bergeron, être justifiées.

(1) Etude géologique du Massif ancien situé au S. du Plateau Central, p. 44, 75.
(2) Ce calcaire a été compris dans l'Archéen Cambrien (pars) par suite des idées admises alors par un certain nombre d'auteurs. Op. cit., p. 44.
(3) Comptes rendus des séances de la Soc. Géol. de Fr., année 1893, p. XCIII.

L'*Antéparadoxidien* est constitué par des grès et par les calcaires signalés plus haut. Les calcaires se liant intimement au Paradoxidien par les calcschistes, doivent faire partie du Cambrien, sinon paléontologiquement, puisque la faune n'en est pas encore déterminée, du moins stratigraphiquement. Quant aux assises inférieures aux calcaires, si elles renferment des grès, elles renferment aussi et surtout des phyllades et se lient trop intimement aux schistes à séricite pour qu'on puisse les en séparer ; il semble donc plus naturel de les rattacher au Précambrien.

Si les assises inférieures du Cambrien de l'Hérault représentent réellement les *Llamberis slates*, leur nom était tout trouvé ; c'est le *Georgien*, admis maintenant par la plupart des géologues, et il n'était pas besoin de créer un nom qui ne peut préciser aucun âge. Mais, d'ailleurs, rien ne prouve que ce soit l'équivalent de ces assises, dont la faune est bien déterminée. La même critique peut être faite au nom de *Postparadoxidien*. D'ailleurs, il est bien vraisemblable qu'une partie correspond au Postdamien et l'autre à la base de l'Arenig inférieur.

Si l'on n'a pas trouvé d'Olenus dans les grès immédiatement supérieurs au Paradoxidien, il est probable que cela tient à la nature des sédiments. La même absence d'Olenus en Bohême correspond également à un faciès gréseux qui a été désigné par Barrande sous le symbole $d_1 \alpha$, parce qu'il le considérait comme la base des assises renfermant la faune seconde.

Quoi qu'il en soit à cet égard, les assimilations faites avec les couches de l'Angleterre ne sont pas justifiées puisque, jusqu'à présent, on ne connaît que la faune d'un seul horizon du Languedoc, et encore est-elle différente de celles du Cambrien de l'Angleterre.

M. Bergeron termine en insistant sur l'importance de ces calcaires

MM. G. de Rouville et **A. Delage** adressent à la Société la note suivante : *Note sur le Dévonien inférieur de l'Hérault et sur ses relations avec le Cambrien.*

Le 21 août de cette année (1), nous avons, en collaboration avec M. J. Miquel, adressé à l'Institut les résultats d'un travail fait en commun, établissant l'existence, dans l'Hérault, d'un puissant ensemble de couches, qui comprend dans son milieu les douze à quinze mètres du Paradoxidien de M. Bergeron, et que sa situation entre l'Arenig d'une part et le sol cristallophyllien de l'autre, nous a déterminés à rattacher à ce même Paradoxidien (Cambrien des Anglais).

Dans cette même communication, une note plus explicite était annoncée comme devant faire connaître la part contributive de chacun de nous aux résultats acquis.

L'un de nous a eu l'honneur de présenter cette note à la Société Géologique, dans sa session extraordinaire dans le Velay et la Lozère en septembre dernier, sous le bienveillant patronage de son Président, M. Boule (2). A la fin de sa note, encore inédite, il se demandait quelle sorte de relation pouvait bien exister entre le groupe calcaréo-schisteux que nous venions de faire connaître pour la première fois comme Cambrien, et la série calcaréo-schisteuse répondant au Calcaire de transition de Dufrénoy, à l'Archéen d'Hébert, à l'Archéen-Cambrien de M. Bergeron, dont la carte de M. Boisse offre un si grand développement aux confins de l'Hérault et de l'Aveyron.

Il s'agissait, pour résoudre la question, d'étudier de près la bande sédimentaire marginale de la croupe sud de l'Espinouze, entre Courniou et Saint-Pons, à l'ouest, et Vieussan, à l'est.

C'est à ce travail que nous venons de nous livrer avec M. Miquel.

En attendant l'impression de la nouvelle carte des terrains primaires de l'arrondissement de St-Pons, et des coupes qui l'accompagnent, nous nous bornons à énoncer les résultats suivants, tendant à séparer du vrai Cambrien ce qu'on a pris, faussement, pour lui :

1° Notre système de Caragnas (Dévonien inférieur) (3), s'appuie directement, sans intermédiaire aucun, sur la croupe cristalline méridionale de l'Espinouze ;

(1) Comptes-Rendus, 21 août 1893.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr. : Réunion dans le Velay et la Lozère, 1893.

(3) Géologie de la région de Cabrières, par P. de Rouville et Aug. Delage (Montpellier, 1892).

2° On le voit, sur plusieurs points (Teussines, Mézeille, Vieussan), supporter les schistes de l'Arenig qu'un plissement a renversés et couchés sur le Dévonien ;

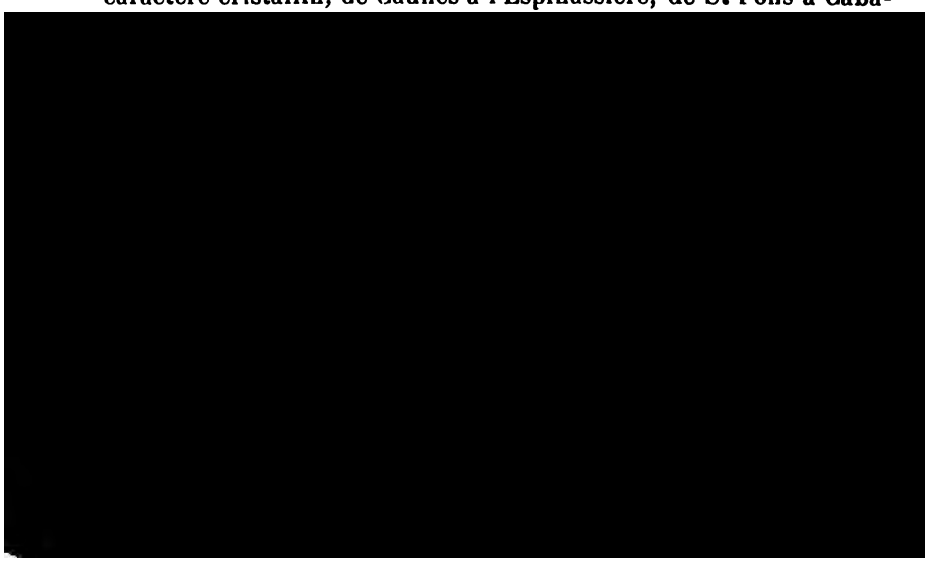
3° Ce renversement fait partie de toute une série de phénomènes semblables, que nous ferons connaître prochainement, et qui paraissent dus à la venue au jour de notre assise cambrienne inférieure (groupe gréseux de Marcory), laquelle forme une dorsale élevée, dirigée sensiblement Est-Ouest (Pont Guiraud-Ferrals), et coupant les plis qui avaient antérieurement affecté le reste du Cambrien ;

4° Sur le bord méridional de la dite dorsale, le massif cambrien présente un gauchissement remarquable : en série régulière à Vélieux, ses couches se présentent en ordre inverse vers St-Martial et reprennent leur plongement normal à Coulouma pour le perdre de nouveau à quelques cents mètres à l'est.

Le Dévonien occupe donc exactement, dans notre région, la place où nous avions lieu de chercher le terrain de transition de Dufrénoy, et où le porte d'ailleurs la carte géologique du Rouergue et de la Montagne-Noire.

Le Dévonien, identique à ce dernier terrain, par sa position stratigraphique, le rappelle encore par ses alternances de schistes et de calcaires.

Il présente, en outre, cette circonstance pétrographique remarquable, que la plupart de ses calcaires sont tout ensemble sériciteux et chargés d'encrines, auxquelles se mêlent, en quelques points, des polypiers, de nombreux brachiopodes, des trilobites (*Phacops*), etc. (Courbou, Tarassac, gare d'Olargues, Teussines, etc.), et que ces schistes passent insensiblement du caractère sédimentaire au caractère cristallin, de Caunes à l'Espinassière, de St-Pons à Caba-



de l'Espinouze, y compris les monts de Lacaune et le Sidobre, seraient donc dévoniens.

Dévoniens seraient aussi, pour nous, le terrain calcaréo-schisteux de Lodève et celui du Vigan et de l'Hort-de-Dieu (*La Cévenne*, de M. Fabre).

M. Stuart-Menteath adresse la note suivante : *Sur le prétendu Trias de Biarritz et Bidart.*

Ayant examiné avec notre savant confrère M. Detroyat les sondages et exploitations pour sel qu'il a fait exécuter par M. Gindre entre Caseville et Bassussary, il me semble utile de relever les assertions singulières publiées à ce sujet dans le tome XIX, pages 826 et 827, du Bulletin de la Société. Ces assertions composaient la réponse de leur auteur aux faits nouveaux que j'avais cités à l'appui de mes observations précédentes, attaquées dans une note qui affirmait « la certitude » du contraire.

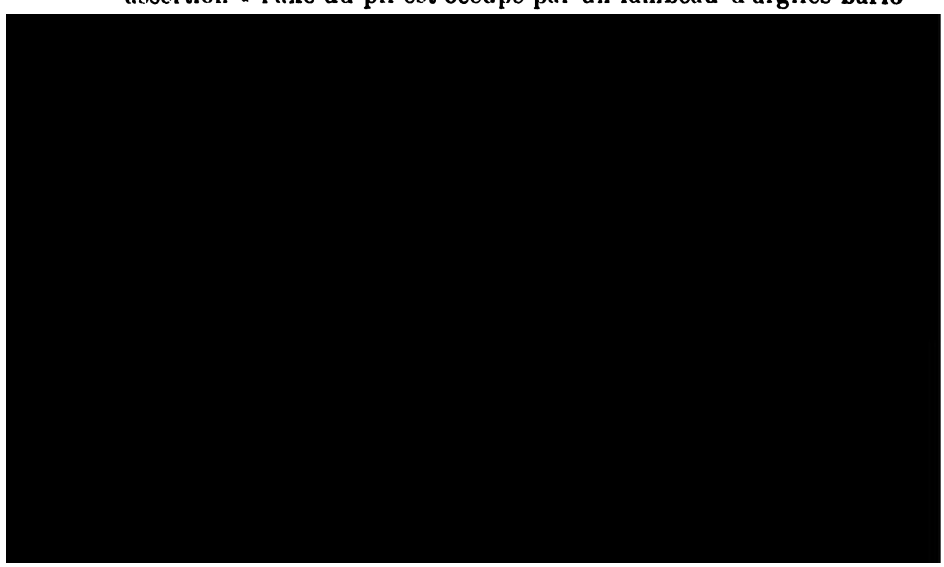
1° Ces sondages, loin d'établir la présence d'une large bande continue de marnes irisées entre Caseville et Bassussary et *l'absence du flysch* sur ce parcours, comme M. Seunes l'affirme de la façon la plus positive, ont établi précisément le contraire. Les minutes des sondages, les coupes de M. Gindre, les carottes ramenées, les tas des débris, prouvent la présence constante de ce que M. Gindre a désigné sous la rubrique « Marnes argileuses avec calcaire à silex du Crétacé. » Entre Caseville et Bassussary on voit d'abord à la surface le terrain nummulitique et ensuite une grande extension de marnes blanches remplies des fucoïdes du flysch. Sur ce parcours de six kilomètres, les sondages ont seulement établi la présence de deux bandes de marnes bariolées dirigées directement *en travers* de l'alignement du Trias dessiné par M. Seunes. L'exploitation du sel à Bassussary suit un massif dirigé N.-N.-O., comme celui de Villefranque.

2° A Caseville, la stratification en courbes successives caractéristiques de toute la côte et remarquables par l'absence de toute *voûte rompue*, ne présente aucune discordance entre le flysch au nord et le calcaire rosé au sud de la prétendue faille. En attendant certains états des marées, on peut voir nettement en plan sur la plage, la concordance que j'ai signalée en 1887. La prétendue faille est remplie de marnes à silex métamorphisées dont l'identité avec les marnes crétacées de ses bords est minutieusement établie par les analyses microscopiques de M. Macpherson, et chimiques de M. Jacquot, ainsi que par la comparaison avec les phénomènes identiques que

j'ai signalés à Ahetze. Le même métamorphisme des couches crétacées se présente dans le voisinage de tous les gisements de sel du pays, et l'identité des glaises bariolées avec les couches crétacées, ainsi que l'absence du Trias, est constatée dans le mémoire des savants ingénieurs Crouzet et de Freycinet, ainsi que par les observations très détaillées de M. Gorceix. On peut surtout remarquer que l'action productrice des glaises bariolées s'est habituellement exercée *en travers* de la stratification, ce qui exclut toute possibilité de la présence de deux formations distinctes, circonstance encore confirmée par la présence de grumeaux fossilifères dans l'intérieur des glaises bariolées, et par la continuité des couches enveloppantes souvent encore visibles à l'intérieur des auréoles de métamorphisme.

A Mouligna comme à Caseville, les quelques mètres de marnes bariolées contiennent des blocs d'ophite ainsi que des lentilles de gypse, des aiguilles de quartz bipyramidé, et des cristaux de fer oligiste. Le phénomène étant identique dans tous ses détails dans ces deux localités, il importe de remarquer qu'à Mouligna toute possibilité de faille est exclue par la présence d'un chapeau visible et continu de couches nummulitiques. M. Seunes, sans noter un seul des faits les plus importants, a prétendu résoudre, par deux failles et un lambeau de Trias, les problèmes d'un des gisements les plus étudiés et les mieux connus de la géologie française.

3° La faille supplémentaire que M. Seunes a indiquée entre Cauville et le Nummulitique de Hindia et qui, d'après lui, n'est pas douteuse, est basée uniquement sur son ignorance du fait que le Nummulitique est continu à l'est derrière Cauville, reposant là en discordance sur le Crétacé comme dans tout le pays d'alentour. Même sur la coupe de M. Seunes, on reconnaît nettement que son assertion « l'axe du pli est occupé par un lambeau d'argiles bario-



mière esquisse a été présentée à la séance du 7 novembre 1892, l'auteur a pu constater les faits suivants :

Au sud des vieilles salines de Briscous, le pli synclinal qu'il a constaté au sud de Monguerre est encore représenté par des marnes blanches ou grises à *Toxaster* n. sp., *Ammonites* cf. *Lewesiensis* Sow., *Ostrea vesicularis* Lamk., *Stegaster* sp. Au nord de ce synclinal, un anticlinal de Flysch à silex court depuis Briscous jusqu'à l'Adour, et au sud, un autre anticlinal des mêmes couches borde, depuis Villefranque, le synclinal fossilifère.

La stratigraphie du pays n'est pas du tout ce que M. Seunes a soutenu dans sa thèse et les plis sont très nettement indépendants de la direction du massif du Labourd. Les ophites sont généralement alignées suivant des directions rayonnantes variant de l'E.-O. au N.-S. Ces ophites coupent indifféremment en travers des plis synclinaux et anticlinaux. Quant aux glaises bariolées qui forment comme une auréole autour des ophites, on peut reconnaître avec certitude qu'elles sont formées par le métamorphisme des couches crétacées, dans lesquelles elles forment des taches irrégulières; on peut, en plusieurs endroits, suivre les prolongements de ces couches dans l'intérieur des masses de glaises bariolées et l'on trouve même des parties fossilifères respectées par le procédé de métamorphisme.

Entre Urt et Briscous, le gisement indiqué comme Aptien inférieur dans la thèse en question a fourni à l'auteur : *Orbitolina concava* d'Orb., *Rynchonella contorta* d'Orb., *Rh. latissima* Sow., *Terebratula* cf. *biplicata* Defrance.

Près de Laduch, dans des couches qui affleurent au bord de la Nive et sont distinctes de celles de la carrière signalée plusieurs fois comme gisement fossilifère, l'auteur a trouvé de bons échantillons de : *Turritella Vibrayeana* d'Orb., *Cerithium Valeriæ* Vern. et de Lor. et *Turritella Coquandiana* d'Orb. avec du jayet et du succin; les marnes qui les contiennent sont imprégnées de gypse et partiellement transformées d'une façon analogue à celles qu'on trouve à l'intérieur des massifs de sel.

La classification adoptée par M. Seunes pour le Crétacé supérieur avait l'inconvénient de faire disparaître presque complètement le Sénonien et le Turonien, si grandement développés dans les régions avoisinantes de l'Espagne; cependant, dans le travail précédent, l'auteur avait cru pouvoir l'adopter en ce qui concerne le Danien; mais ayant trouvé au milieu de ces marnes et en différents endroits, classés précédemment dans le Danien inférieur, un horizon très

net contenant: *Baculites anceps* Lamk., *Ammonites Lewesiensis* Sow., *Am.* cf. *Largilliertianus* d'Orb., *Am.* cf. *Requienianus* d'Orb., *Toxaster n. sp.*, *Nautilus* cf. *triangularis* Mant., *Inoceramus Cuvieri* Sow., *In. problematicus* d'Orb., *In. impressus* d'Orb., etc., il a jugé l'identification avec les étages du bassin parisien impossible, tandis qu'elle est très grande avec le bassin de Gosau.

Quant au calcaire rosé qui est au-dessus, il n'a fourni aucune espèce d'une valeur stratigraphique bien nette, mais à Saint-Sébastien, sur son prolongement, M. Menteath a signalé des échantillons d'une Ammonite voisine de *Am. Neubergicus* Schl. Les massifs de sel dépendent de la direction des ophites et des failles ou plissements qui les accompagnent et sont nettement en travers des plis de la stratification et en travers de la direction du massif granitique du Labourd.

Ainsi, entre la Nive et Caseville, une série de sondages alignés E.-O. ont recoupé des bandes de glaises bariolées séparées de celle de Caseville par un massif nummulitique et entre elles par un large développement de Flysch ; cependant, M. Seunes a figuré une large bande de Trias les reliant.

En résumé, dans ses recherches sur le terrain, l'auteur a constaté de nombreuses contradictions entre les faits et leur représentation théorique dans l'esquisse d'une carte géologique de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France, tandis qu'il en trouve très peu avec les observations de Dufrénoy, Crouzet et de Freycinet, Delbos et les autres géologues du pays, résultat des plus satisfaisants pour l'intérêt de la science.

M. **Fallot** adresse à la Société la note suivante :

Eymar (1) depuis le Tongrien supérieur jusqu'au Tortonien et l'*Aturia Aturi*, Bast., qui est probablement dans le même cas.

Par conséquent, le Schlier qui existe à différents niveaux ne peut être parallélisé uniquement avec les Marnes à Ptéropodes d'Italie (2) comme l'entendait M. Depéret, et il est impossible de le faire rentrer en général dans un étage particulier (Langhien ou Burdigalien, peu importe). Ceci ne veut pas dire qu'il ne puisse pas y avoir une partie du Schlier qui appartienne à ce niveau-là ; je n'ai jamais eu la pensée de contester le fait.

2° Je maintiens que le terme de *Burdigalien* est non-seulement mal choisi comme dénomination, mais qu'il n'a pas été défini par son auteur ou n'a été défini que d'une façon tout à fait insuffisante ; ce n'est pour moi qu'un synonyme de l'étage langhien tel qu'il a généralement été interprété en France — ainsi du reste que le reconnaissent M. Munier-Chalmas (3) et M. de Lapparent (4). Ce dernier, en effet, reproduit in-extenso sous le vocable *Burdigalien* les différents termes que j'ai indiqués, dans mon *Esquisse géologique de la Gironde* (5), comme constituant l'étage langhien dans ce département.

3° Enfin, M. Depéret m'accuse d'avoir commis une *erreur grave* en parallélisant la mollasse du bassin du Rhône à *Pecten præscabriusculus* avec les couches de Salles à *Cardita Jouanneti*. Or, j'ai écrit p. LXIXX des comptes rendus sommaires : « la mollasse à *Pecten præscabriusculus*... ne peut avoir pour équivalent dans le bassin de l'Aquitaine que *tout ou partie des mollasses* helvétiennes de Salles, etc. (6), ce qui est fort loin d'équivaloir à l'opinion que m'attribue injustement M. Depéret. Il est regrettable que cet auteur ne m'ait pas lu ou qu'il ait confondu les *couches de Salles* avec les *mollasses de Salles* qui ne sont qu'une partie des assises miocènes de cette localité et que tous les auteurs ont indiquées comme inférieures aux faluns si fossilifères de Largileyre, un des types des faluns de Salles.

(1) Communication orale.

(2) Il s'agit ici du niveau à Ptéropodes inférieur aux couches de la Superga ; la présence de plusieurs niveaux à Ptéropodes dans le Miocène d'Italie rentre, du reste, dans la même catégorie de faits que la répétition du faciès du Schlier.

(3) Compte-rendu des séances, 1893, p. LXXXIII.

(4) Traité de Géologie, 3e édition, p. 1301.

(5) Feuille des Jeunes Naturalistes, 1889.

(6) « Etc. » signifie Martignas : les géologues qui s'occupent de la Gironde ont toujours placé cette mollasse à la base de l'Helvétien ; ne connaissant pas dans la Gironde de mollasse à *Pecten præscabriusculus*, je ne pouvais pas la paralléliser, étant donnée sa position stratigraphique, avec autre chose que *tout ou partie* des mollasses de Salles, Martignas.

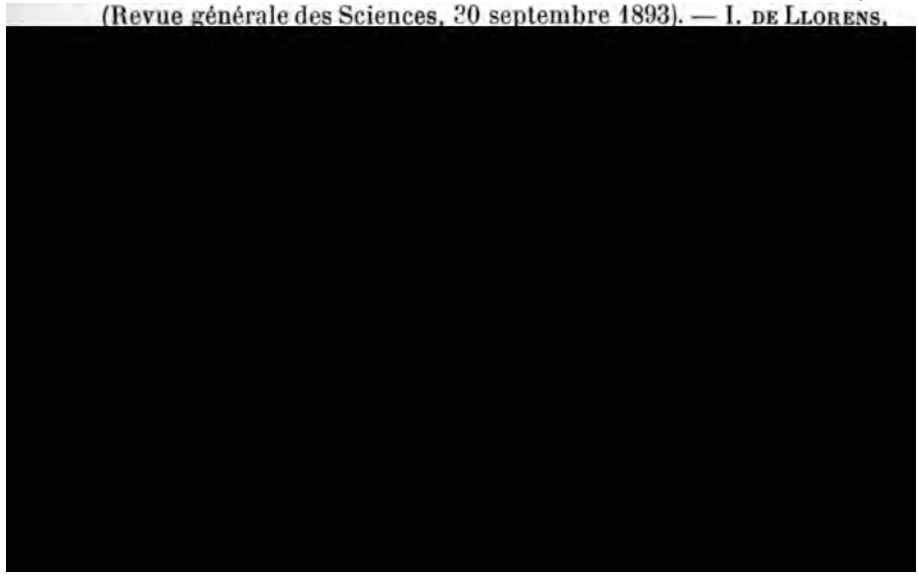
Enfin, je terminerai par une petite rectification à laquelle je suis amené par les observations que j'ai pu faire dans les belles collections du Polytechnicum de Zurich, grâce à l'obligeance de M. Mayer-Eymar. J'avais dit que je ne connaissais pas d'espèces communes entre le Langhien d'Italie et celui de l'Aquitaine. Or, M. Mayer m'a montré des échantillons (mal conservés, il est vrai) de *Ficula condita* Brong., provenant des Langhe ; on y trouverait aussi la *Vaginella depressa* Daud. (1), l'*Aturia Aturi* et des corbules identiques à celles de la Gironde. Ces rapprochements, bien qu'insuffisants au point de vue du parallélisme, méritent d'être signalés.

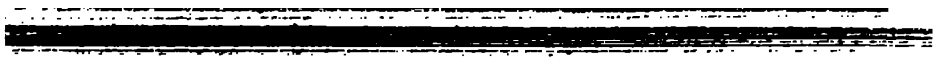
M. **A. Guébhard** envoie une *Description géologique des environs de St-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes)* (2).

M. St. Meunier transmet à la Société une note de M. **Sidorenko,** d'Odessa, sur *les formations néogènes de la Russie méridionale* (3).

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société géologique dans sa séance du 6 Novembre 1893.

A. DE LAPPARENT, Traité de géologie (5e et dernier fascicule). — A. PERON, Description des Invertébrés fossiles des terrains crétacés de la région sud des Hauts-Plateaux de la Tunisie (3e fascicule). — ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES, 21e session, à Pau. — M. BOULE, Une excursion géologique dans les Montagnes Rocheuses. — J. SEUNES, Note sur la géologie de la Haute Vallée d'Aspo (Basses-Pyrénées). — E. HAUG, Revue annuelle de Géologie (Revue générale des Sciences, 30 septembre 1893). — I. DE LLORENS,





N° 16 Séance du 20 Novembre 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. L. Bertrand, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Hanotel**, pharmacien à Charleville, présenté par MM. Porte et Piette ;

l'**abbé Boulay**, professeur à l'Institut catholique de Lille, présenté par MM. Zeiller et de Lapparent.

Le Président annonce deux présentations.

M. **Depéret** informe la Société qu'il a entrepris, de concert avec le Dr Donnezan, des fouilles dans les couches miocènes supérieures du monticule de Montredon, près Bize (Aude), dans l'espoir d'y recueillir des pièces nouvelles pour la connaissance de l'ostéologie et des affinités du *Dinotherium*, dont le squelette est encore si mal connu. Le gisement de Montredon offre à cet égard des avantages spéciaux par l'abondance des débris de cet animal, et surtout par le fait que le *Dinotherium* ne s'y trouve pas mélangé comme ailleurs à d'autres grands animaux, tels que les Mastodontes. Ces fouilles, qui seront continuées, ont déjà amené la découverte de 8 molaires adultes, de la série complète des molaires de lait inférieures, enfin et surtout de nombreux os des pattes, parmi lesquels un tarse presque complet avec ses os en connexion. Il a été recueilli aussi de nombreux débris d'*Hipparion gracile*, des astragales d'un cerf de la taille du *Cervus Matheroni*, une phalange d'un grand *Felis*, des fragments de tortues.

M. **Depéret** fait une communication sur *les terrains miocènes de l'Armagnac et sur le niveau des faunes de Sansan et de Simorre.*

Au-dessus de l'Aquitanien (calcaire gris de l'Agenais avec bancs intercalés d'*Ostrea aginensis*), qui affleure vers la cote 80-90m dans les vallées du nord du Gers, on observe une épaisse série miocène, connue sous le nom de *mollasse d'eau douce de l'Armagnac*, bien que

la fréquence du gypse et des coquilles du genre *Melanoides* paraisse plutôt indiquer une origine mixte, en partie lagunaire, au moins pour les couches inférieures de la série. L'allure générale du système dans l'Armagnac est horizontale, mais avec des ondulations à large rayon, bien nettes si l'on suit les cotes d'altitude des bancs calcaires. Il est très difficile de tracer dans ces couches des divisions stratigraphiques absolues ; M. Jacquot, qui s'est attaché avec un soin tout spécial à y rechercher et à y suivre des points de repère pétrographiques, a signalé en particulier une masse calcaire de 10^{m} d'épaisseur qui affleure dans la région de Lectoure et de Condom vers 160-170^{m}, se relève à 210-220 vers Auch, puis s'atténue et disparaît bientôt au sud de cette ville. Un deuxième point de repère intéressant est un banc de mollasse gréseuse, avec galets siliceux, qui s'observe aux environs d'Auch un peu au-dessus du calcaire précédent vers 225^{m}, et qui se poursuit au sud de cette ville, à 230^{m} à Durban et à Sansan, à 205^{m} à Simorre. Ces diverses cotes indiquent l'existence d'un léger synclinal au nord et d'un second léger synclinal au sud de la latitude d'Auch. M. Jacquot s'est servi de ce banc gréseux comme limite entre son *étage inférieur* de l'Armagnac, surtout marno-calcaire, et son *étage supérieur* à faciès sablo-gréseux, c'est-à-dire entre les *couches de Sansan* et *celles de Simorre*. Les couches fossilifères de Sansan, au sud d'Auch, sont, à l'altitude de 225^{m}, recouvertes immédiatement par le banc de mollasse gréseuse de l'étage supérieur, qui constitue le sommet de la *colline du Campané ;* elles sont donc à une hauteur considérable (135^{m} environ) au-dessus de la base du miocène. Quant aux couches fossilifères des environs de Simorre, elles affleurent (à Tournan, par exemple) vers l'altitude de 260^{m}, c'est-à-dire à une quarantaine de mètres seulement au-dessus du niveau de Sansan. Plus au sud, vers les

pitons isolés de ces dernières couches formant des témoins entourés de toutes parts par les sables marins : il n'y a donc aucun doute sur l'antériorité d'une partie de la mollasse d'eau douce de l'Armagnac au 2e étage méditerranéen (couches de Salles). Sur le plateau du haut Armagnac, autour de Lectoure, on observe même, à des altitudes plus élevées (entre 210 et 230), des sables grossiers à *Ostrea crassissima* qui font vraisemblablement partie aussi du 2e étage méditerranéen, dont ils représentent le maximum de transgression ; ces sables sont superposés au calcaire d'Auch, c'est-à-dire à peu près au niveau stratigraphique de l'horizon de Sansan. Malheureusement, les couches fossilifères de Sansan et de Simorre ne se trouvent que dans le synclinal au sud d'Auch et ne se voient pas en relation de contact avec les couches marines du haut Armagnac.

D'autre part, on est amené à penser, en s'appuyant sur la paléontologie des Mammifères, que la mollasse de l'Armagnac et les couches d'eau douce sous-pyrénéennes qui leur font suite au sud, représentent non pas seulement l'étage inférieur du miocène (Burdigalien ou 1er étage méditerranéen), mais aussi le 2e étage méditerranéen et peut-être même tout le Miocène. Ainsi, on trouve, dans les couches de Simorre, des Mastodontes dont les molaires évoluent entre le type *angustidens* et le type *longirostris* ; à St-Gaudens, a été recueilli le *Dryopithecus*, singe qui se retrouve dans la faune d'Eppelsheim, etc. Le problème à résoudre est donc de préciser quelle partie des couches d'eau douce sous-pyrénéennes correspond aux sables à *Cardita Jouanneti* de l'Armagnac, et ce problème présente pour le moment des difficultés presque insurmontables.

Quoi qu'il en soit, il est certain que les couches fossilifères de Sansan se trouvent à un niveau fort élevé dans l'épaisseur des couches d'eau douce du Sud-Ouest ; elles peuvent, néanmoins, appartenir encore au sommet du *1er étage méditerranéen* ; les couches de Simorre occupent un niveau plus élevé que celles de Sansan. Mais le parallélisme de ces horizons terrestres avec les dépôts marins ne peut être précisé davantage pour le moment, faute de points de contact.

La position de l'horizon de Sansan vers la limite des deux étages méditerranéens s'accorderait bien avec ce qui a lieu dans la vallée du Danube, où la faune de Sansan se montre dans les lignites de Styrie, à l'extrême base des couches de l'horizon de Grund.

M. **M. Boule** présente quelques remarques à propos de cette communication. Il rappelle les observations faites, il y a déjà longtemps,

par divers géologues du Midi, et il est heureux de voir que les travaux de M. Depéret confirment ces observations. Il signale en particulier la grande extension des dépôts supérieurs à *Dinotherium*, qui a été indiquée par M. Noulet. D'un autre côté, M. Garrigou a appelé depuis longtemps l'attention sur les grands dépôts caillouteux du plateau de Lannemezan, qu'il considère comme glaciaires et comme un faciès latéral des mollasses du bassin sous-pyrénéen.

M. **de Lapparent** entretient la Société d'un gisement de phosphate de chaux qui se trouve à Brévands, sur la rive droite de l'estuaire de la Vire. Dans cette localité, où les cartes géologiques n'indiquent que l'étage hettangien, on trouve sous quelques décimètres de limon, un conglomérat qui renferme des ossements très abimés d'*Halitherium*, ainsi que des cailloux roulés dont la surface, très rugueuse, porte des traces évidentes de corrosion. Il paraît évident que ce gisement doit être assimilé à celui de Gourbesville et représente une ancienne plage pliocène, avec ossements empruntés au Miocène, mais fortement altérée à l'époque pléistocène. Là aussi abondent des fragments de diverses roches calcaires, où la trituration avec les ossements a introduit quelques centièmes de phosphate de chaux.

M. **Stuart-Menteath** adresse à la Société la note suivante : *Sur la structure essentielle des Pyrénées occidentales.*

Comme supplément à mes dernières notes, je présente aujourd'hui les observations suivantes :

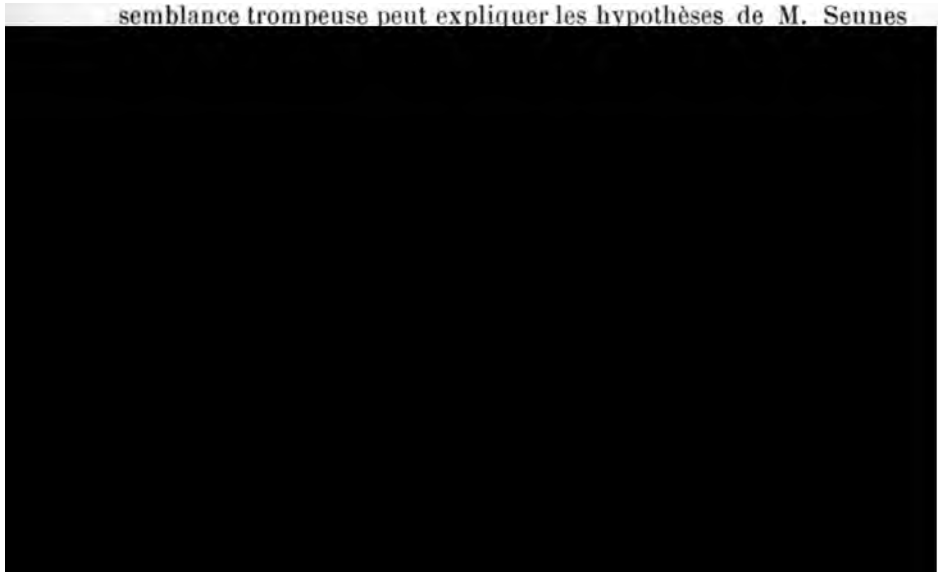
« La *dalle* » des Eaux-Bonnes, classée par M. Seunes dans le Dévonien inférieur, devient nécessairement crétacée depuis qu'il a admis, dans le n° 34 du *Bull. du Service de la Carte géologique*

composition du terrain dans ma note du *B. S. G. F.* T. XVI, p. 184. M. Seunes, ayant adopté ma description et ajouté quelques fossiles, a présenté des coupes, tirées du nord au sud, mais sans avoir remarqué que les couches oscillent autour de cette même direction. La plus importante de ces coupes, fig. 5, représente un seul pli et indique l'absence des schistes du Houiller. J'ai cependant trouvé quatre plis, dans deux desquels les schistes du Houiller sont exploités sur une échelle considérable et m'ont fourni des empreintes de *Sigillaria*. M. Seunes a énoncé la conclusion que « les dislocations de la région montagneuse » sont « greffées sur les plissements plus anciens ». Les observations de M. Gorceix sont en désaccord avec cette conclusion pour la plaine ; dans la montagne, le contraste frappant entre les directions des plis anciens et des plis tertiaires, constaté tant dans les Pyrénées que dans les Asturies, par tous les observateurs depuis quarante ans, est particulièrement net dans la vallée d'Aspe, mais demande de tenir compte des directions. Tout en énonçant cette nouvelle conclusion, M. Seunes abandonne la conclusion de sa note précédente sur la vallée d'Aspe. En annonçant à l'Académie des Sciences comme *démontrée,* « la transgressivité discordante de la mer turonienne », il n'a pas tenu compte de l'âge cénomanien de la base du Crétacé. Cependant la couche d'huîtres des Eaux-Chaudes, analogue à la couche à *Ostrea flabellata* d'Oyarzun, le marbre à *Ostrea carinata* et Caprines qui lui fait suite, le poudingue caractéristique du Cénomanien reconnaissable partout dans la vallée d'Aspe, ne peuvent échapper. A l'ouest de la vallée d'Aspe, le Cénomanien est particulièrement reconnaissable à deux kilomètres au sud de Larrau, au milieu de la bande cambrienne de la Carte Géologique de 1889. A la Chapelle St-Joseph, il est pétri d'*Ostrea carinata* et de Caprines. De là, il suit sans interruption jusqu'à la vallée d'Esterençuby, d'où il passe au sud du bassin de St-Jean-Pied-de-Port. Dans ces deux dernières localités il est classé comme Muschelkalk par M. Jacquot, mais il est pétri de fossiles cénomaniens. Dans le massif de Sumbilla et Joizueta le Cambrien de la même carte est Dévonien, Silurien supérieur et Carbonifère : le Trias est souvent plissé jusqu'au fond des vallées ; pour le Cambrien, il n'y a aucune place ; la coupe n° I de la thèse de M. Seunes représente comme précambriens les schistes carbonifères à plantes et les griottes caractéristiques qui forment leur base.

A l'est des Eaux-Bonnes, la tendance à vieillir les roches métamorphisées des Pyrénées n'a pas été moins générale. Dans la vallée de Cauterets, le calcaire du Limaçon est classé par M. Cayrol (Thèse,

p. 466) comme identique à celui de Barèges, le Pic du Midi, Seutein et le lac Liat, comme situé *au-dessous* des schistes siluriens d'Uz à graptolites, comme « peu supérieur au Cambrien », et comme preuve que le calcaire métallifère des Pyrénées est « inférieur à l'horizon ardoisier du Llandeilo ». Ce calcaire du Limaçon est, à partir du granite, la troisième retombée d'un calcaire qui forme la partie supérieure de trois plis de composition identique, dont la partie inférieure consiste en schistes dévoniens à *Atrypa reticularis*, Encrines, et *Nereites* (trouvées par M. Frossard), pendant que le calcaire superposé contient de petits entroques et est certainement plus récent. Cette série de plis passe incontestablement au-dessus des schistes siluriens d'Uz, et vient retomber au-delà. A la jonction des deux formations, la mine de Pierrefitte présente un toit de Dévonien et un mur de Silurien. Le granite, tant à Cauterets qu'au Vignemale, et dans tout le pays, coupe nettement à travers les couches et n'a aucune relation avec leur âge. Autour du Néouvielle, j'ai observé les mêmes relations, et à Gèdre les mêmes schistes, pétris de *Fenestella*, sont recouverts par le même calcaire. Il s'ensuit que le calcaire de Seutein et du lac Liat est au moins aussi récent que le Dévonien, et que le calcaire métallifère de l'est des Pyrénées est de l'âge que j'ai pu reconnaître dans les mines de l'ouest de la chaîne.

Cette indépendance du granite est encore reconnaissable à l'est de Bagnères-de-Bigorre. Entre Gerde et Banis, les ardoises et conglomérats souvent figurés comme carbonifères sont incontestablement crétacés. Ils reposent nettement au-dessus d'un calcaire pétri d'huîtres, et le conglomérat, ressemblant au Trias comme dans le Labourd, est reconnaissable comme du Cénomanien. Cette ressemblance trompeuse peut expliquer les hypothèses de M. Seunes



sant au granophyre et précisément semblable au granite *tertiaire* des îles de Skye et Mull. Le fait que le granite, depuis les Hautes-Pyrénées jusqu'à l'Océan, est complètement indépendant des plis anciens qu'il coupe constamment en travers, est des plus saillants et des plus certains. Les gîtes salifères des deux côtés de la chaîne sont, à l'exception d'un petit nombre de *sources*, toujours situés dans des roches du Tertiaire ou du Crétacé supérieur. Ceux des environs de Bayonne sont en relation avec une nappe de glaises bariolées située entre le Diluvium et la surface post-éocène du plateau sous-pyrénéen. Cette nappe, décrite dans la description d'une coupe à l'échelle de 17 1/2 centimètres par kilomètre, de Biarritz à Guéthary, communiquée à la Société Ramond en 1878 et à M. Seunes en 1886, est apparemment ce que M. Seunes a représenté comme du Trias entre Bassussary et la côte. Le poudingue supposé triasique à Villefranche est du Cénomanien, et le calcaire réputé triasique est du Crétacé métamorphique rempli de quartz bipyramidé comme à Mouligna.

La prochaine séance aura lieu le **Lundi 4 Décembre 1893,** à **8** heures **1/2** du soir.

Le Secrétaire-Gérant : **A. DEREIMS.**

1000 — Lille, Imp. Le Bigot frères.

N° 17 Séance du 4 Décembre 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. A. Thiéry, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Huin,** Georges, présenté par MM. de Lapparent et Stuer ;
Donnezan, présenté par MM. Albert Gaudry et Depéret.

Le Président annonce trois présentations.

Le Président annonce la perte considérable que la Société et la science malacologique viennent de faire en la personne de M. le Dr Paul Fischer, enlevé après une longue maladie. Il rappelle ses principaux travaux, et regrette de n'avoir pu, retenu par un devoir professionnel, représenter la Société à ses obsèques ; il remercie M. Schlumberger d'avoir bien voulu se charger de le faire et prononcer quelques paroles de regret et d'adieu au nom de la Société Géologique.

M. J. Bergeron présente à la Société, de la part des auteurs, M. le chanoine **J. Almera** et M. **Bofill**, un nouveau fascicule de leur mémoire paléontologique ayant pour titre « *Moluscos fosiles de los Terrenos terciarios superiores de Cataluña* ». Il renferme l'étude des Gastéropodes de la famille des Muricidæ ; les Strombidæ ont paru dans un fascicule précédent. Cette publication, quand elle sera terminée, nous fera connaître la faune pliocène de la Catalogne ; son importance est donc très grande et nous ne saurions trop féliciter nos savants confrères de l'avoir entreprise.

M. **Marcellin Boule** présente à la Société, au nom de M. Glangeaud et au sien, un mémoire imprimé sur un nouveau reptile du Permien d'Autun, le *Callibrachion Gaudryi*. Il donne les principaux caractères de ce fossile qui diffère des animaux trouvés jusqu'à ce jour dans le Permien d'Autun, pour se rapprocher de certains Sauriens actuels. Les pattes du *Callibrachion* notamment ne diffèrent par

aucun caractère important de celles du Varan. Il est curieux de voir qu'il y avait, dès l'époque permienne, à côté d'animaux réalisant des types tout à fait particuliers et propres aux époques géologiques anciennes, d'autres êtres auxquels il suffirait de faire subir quelques modifications pour les faire rentrer dans des groupes de Reptiles vivant actuellement.

M. de Lapparent communique une lettre de M. **Skrodzki,** faisant connaître l'existence à Saint-Clément, près d'Isigny, d'un gisement phosphaté semblable à celui de Brévands. Ainsi les traces d'anciennes plages pliocènes se retrouvent sur tout le pourtour de l'estuaire des trois rivières de la Doure, de la Taute et de la Vire.

M. **de Lapparent** offre à la Société une brochure sur *les Causes de l'ancienne extension des Glaciers*.

M. **Tardy** offre à la Société le numéro 462 du *Cosmos*, dans lequel il a donné le résumé rapide de la course de la Société au Puy, en y ajoutant ses propres observations faites pendant cette excursion.

M. **Tardy** offre en outre à la Société un exemplaire d'une description de la Bresse, publiée en collaboration avec son frère à la Société d'Émulation de l'Ain. Cette description, qui a été mise à la portée de tous les lecteurs, débute par un historique où on rappelle les diverses phases d'exécution de la carte géologique de la région.

En énumérant les terrains primaires, on a donné une prévision sur la houille, dont on a demandé à rechercher la présence sous la partie sud du département de l'Ain.

Dans cette description, partout où M. Ch. Tardy a considéré son opinion comme très solidement assise quoiqu'elle fût différente de celle de la plupart des géologues, il l'a énoncée, tandis que partout où elle lui paraissait attaquable, il a suivi l'opinion de tout le monde.

Comme les auteurs le disent en terminant, cette description a pour but d'appeler les chercheurs à perfectionner l'étude qu'ils ont poursuivie pendant vingt ans.

M. M. Bertrand présente, de la part de M. **Michel Lévy**, les deux notes suivantes :

M. Cuvier m'a transmis une série de roches recueillies dans le tunnel des Echarmeaux (près Beaujeu) en voie de percement. L'immense majorité de ces échantillons est constituée par les tufs porphyriques du Culm. Cependant l'un d'eux, étiqueté 1583 m. 20, présente un intérêt pétrographique spécial : c'est une jolie variété de Limburgite (grands cristaux d'olivine et de fer oxydulé, microlites abondants d'augite et arborisations de fer oxydulé). Les actions secondaires ont en partie transformé l'olivine en serpentine et en calcite. Les microlites d'augite sont légèrement ouralitisés en hornblende brune sur les bords. Cette roche constitue un filon de 50 cm. dans les tufs.

M. Michel Lévy regrette de ne pas avoir assisté à l'avant-dernière séance. Il a visité, avec MM. Jacquot et Goureau, les pointements ophitiques des environs de Bayonne et en particulier celui du moulin de Chabiagne ; et il croit devoir protester contre la théorie si affirmative, émise en matière aussi difficile, par M. Gorceix au sujet des argiles bariolées qui accompagnent la roche éruptive.

M. **M. Bertrand** fait remarquer que M. Gorceix n'est pas le premier qui ait ainsi débuté, dans l'étude de cette question complexe, par des affirmations aussi confiantes et aussi catégoriques. Les doutes viennent quand on ne se borne plus à l'examen d'une région restreinte.

A propos des difficultés liées en tant de points à la présence des gisements gypseux et salifères, M. Bertrand cite l'exemple du sable rouge, dans l'Inde. On sait que là, sur le bord méridional de la chaîne, la sève salifère, très puissante, est à la base de tout le système sédimentaire et supporte le Cambrien fossilifère. Dans les chaînons situés un peu au N.-O., de l'autre côté de l'Indus, des argiles rouges, également salifères, apparaissent dans les anticlinaux et supportent directement le Nummulitique. M. Wynne a

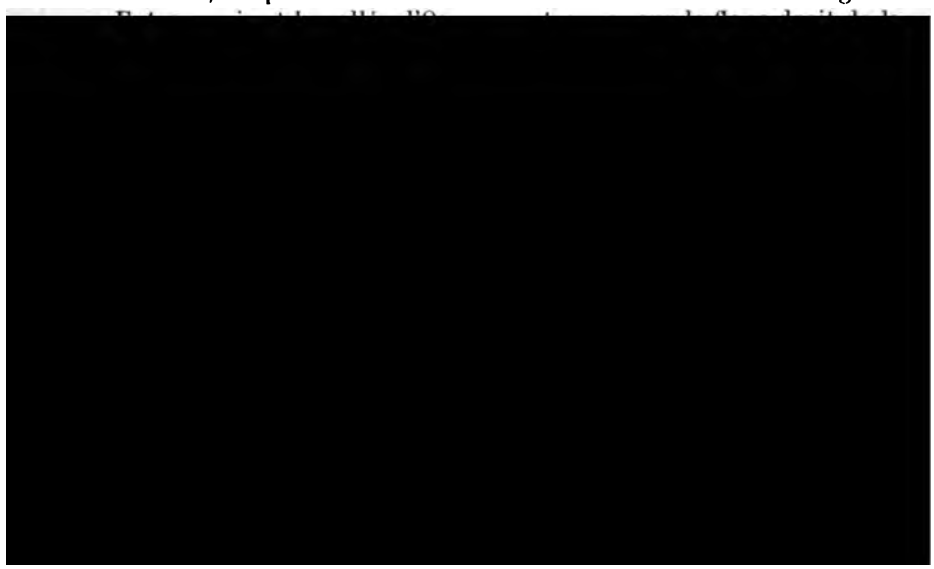
d'abord attribué à ces deux systèmes l'âge qui semblait résulter de leurs positions stratigraphiques, faisant le premier Cambrien et le second Tertiaire. M. Middlemiss a émis récemment l'idée qu'il n'y avait pas lieu de les séparer, et, se fondant sur la présence d'apophyses de ces terrains dans les masses superposées, il en attribue la formation à des phénomènes de profondeur, se rattachant plus ou moins aux phénomènes éruptifs. Enfin, le schéma des transgressions, donné autrefois par M. Wynne, et modifié récemment par M. Waagen, montre que dans cette région, par suite des dénudations marines successives, le Cambrien, le Permien et le Nummulitique ont pu et ont dû, aux divers points, se déposer en concordance apparente sur des terrains plus anciens. C'est bien le même problème et ce sont à peu près au fond les trois mêmes explications que celles qui ont été proposées pour les Pyrénées. On peut préférer l'une des trois hypothèses, mais on aurait peut-être tort de croire que cette préférence suffit à résoudre le problème.

M. Marcel Bertrand présente à la Société, de la part de M. **J. Seunes,** les deux notes suivantes :

Sur le Crétacé supérieur des massifs montagneux situés entre les Hautes Vallées d'Aspe et d'Ossau.

Dans une précédente note (1) j'ai établi l'âge crétacé supérieur (2) et la continuité de la crête calcaire allant, de l'ouest à l'est, du Pic de Soumcouy au Pic des Ronglets, en traversant la vallée d'Aspe au Pont d'Esquit (sud d'Accous).

Cette bande crétacée, bordée sur *presque tout son parcours par le Houiller*, disparaît dans le Houiller à l'est du Pic des Ronglets.



d'Isabe et la partie occidentale du Bois de Sesques, est placé sous le mot *Sesques* de Bois de Sesques et se termine à la crête à convexité occidentale, descendant de 1794 et se terminant au débouché de la vallée du Bitet.

Ce second lambeau est séparé du Crétacé supérieur de Miégebat-Goust (Eaux-Chaudes) par une apophyse du granite à Amphibole des Eaux-Chaudes, affleurant au fond de la vallée du Bitet jusqu'au premier pont jeté sur le ruisseau de ce nom.

Ces deux lambeaux et la bande crétacée de la vallée d'Aspe ont une direction sensiblement O.N.O.-E.S.E.

Au Nord de cette ligne, ou mieux de la vallée du Bitet, se trouvent trois autres lambeaux de Crétacé supérieur (non compris celui de Miégebat-Goust), formant les massifs calcaires : 1° du pic de Bergon ; 2° des pics Montaut et de l'Escala ; 3° du pic de Bois de Lusque (1663) (flanc ouest). Ces massifs ont une direction plus ou moins oblique par rapport à celle que j'ai signalée ci-dessus, variant entre le N. et N.-O. ; ils sont indépendants l'un de l'autre et en relation avec le Dévonien et le Houiller, mais surtout avec ce dernier terrain. Celui de Lusque est séparé du Crétacé de Goust par une bande de Houiller présentant quelques lits de griottes à la descente sur Goust.

Enfin, au Nord de ces massifs, au col d'Arrioutor, se montre un autre lambeau de Crétacé supérieur, formant la crête 1910 et occupant la plus grande partie du Bois d'Espacte ; il est relation avec le Houiller et le Dévonien.

Tous les lambeaux crétacés que je viens de signaler sont formés de calcaire grisâtre et gris-noirâtre, parfois dolomitique, présentant quelques bancs de calcaire piqueté de rose ou de jaune et de calcaire plus ou moins zoogène formé de débris calcaires très fins, qui m'a fourni des *Miliolidæ* et des sections de *Lucazina* ; j'ai recueilli en outre dans la plupart de ces affleurements des sections de Rudistes et de Polypiers astriens. Ces caractères lithologiques et fauniques se retrouvent dans les affleurements crétacés de Goust-Miégebat (Eaux-Chaudes), des massifs de l'Arcizette, d'Amoulat et du pic de Ger ; je les ai retrouvés dans les calcaires de la gorge du Balour au Nord des Eaux-Bonnes. Pas plus que mes devanciers je n'ai *encore* pu les découvrir dans les calcaires du Hourat (Laruns), du Bouy (Eaux-Bonnes) et de la Latte de Bazens, que les uns rattachent au Crétacé supérieur et d'autres au Dévonien ou au Cambrien. Ces calcaires ont la particularité d'être blendeux, plombifères et cuivreux, et de présenter quelques filons de quartz et de porphyrite. Sont-ils du calcaire crétacé supérieur dynamométamorphique,

comme l'a pensé Liétard en dernier lieu ? Pour ma part, je déclare que je ne suis pas fixé sur leur âge et je n'autorise personne, en cela comme pour beaucoup d'autres faits, à me faire dire ce que je n'ai jamais dit, ni écrit.

Je tiens à rappeler, en terminant, que Liétard et M. Œhlert ont trouvé dans la *Dalle* des Eaux-Bonnes un Polypier que M. Nicholson a rapporté au genre *Alveolites*, et que Liétard a recueilli dans la *Dalle* de la Latte-de-Bazen, entre le col de Tortes et le Tunnel de la route thermale d'Eaux-Bonnes à Argelès, des échantillons de roche porphyrique et de fragments de calcaire où j'ai reconnu par le polissage de nombreux anneaux d'Encrines.

Gisements dévoniens et carbonifères entre Laruns et Gère-Bélestin (Haute Vallée d'Ossau).

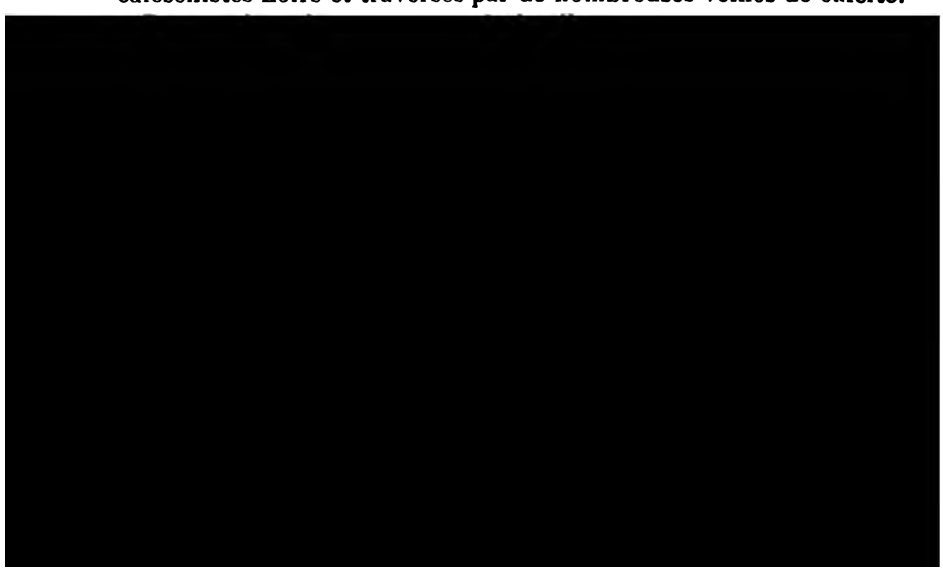
Ayant abordé cette année l'étude des massifs montagneux, boisés ou recouverts de pâturages, des environs de Laruns, je me permets de faire part à la Société de la découverte de quelques gisements de fossiles.

On sait que de Laruns à Gère-Bélestin, on trouve le long de la vallée, du Sud au Nord :

1° Schistes et calcaires de Gètre. = Couches *Coblentziennes* de Béost (rive droite du gave d'Ossau).

2° Assise (quelques mètres d'épaisseur) composée de bancs de calcaire parfois entrelacés et amygdaliers avec schistes ardoisiers exploités.

3° Assise puissante de schistes noirs, plus ou moins tégulaires, renfermant deux intercalations principales de calcaires et de calcschistes noirs et traversés par de nombreuses veines de calcite.



Observée au bas de la vallée, auprès du passage à niveau, la bande de Geten se montre constituée par des calcaires cristallins à grains généralement très développés, dolomitiques, grisâtres et noirs; la stratification est pour ainsi dire indiscernable. Ces caractères se retrouvent dans la bande de Gère-Bélestin (n° 6).

A une centaine de mètres au-dessus de la vallée, une carrière est ouverte dans la bande de Geten; on y a exploité au milieu de calcaires zonés de gris et de noir et de calcaires noirs, des calcaires dolomitiques cristallins et blancs, sans continuité, ou autrement dit, lenticulaires, certains bancs montrent la tendance à prendre la structure entrelacée. Les déblais de la carrière fournissent, comme l'on sait, des Encrines et des Polypiers paléozoïques :

Amplexus, *Zaphrentis*, *Favosites*, etc.

A 1800 mètres environ, au Nord-Ouest de la carrière (la bande semble bien continue) on trouve dans cette bande et sous bois, du Sud au Nord :

A. — Bancs de calcaire dolomitique gris, verdâtre, parfois cristallin, à aspect gras, présentant par places une structure calcaréo-schisteuse et plus ou moins nettement entrelacée. La roche renferme de nombreux moules de Goniatites, généralement calcifiés. J'ai pu dégager et préparer plusieurs exemplaires présentant l'ombilic étroit, les sillons et la ligne suturale des Goniatites du groupe du *Goniatites retrorsus*.

B. — Quelques mètres au Nord des calcaires A, on rencontre, toujours sous bois, des calcaires amygdalins et entrelacés, grisâtres et jaunâtres et des lits de schistes, au milieu desquels se montrent des lentilles de calcaire blanc cristallin et dolomitique et de calcaire blanc jaunâtre à structure amygdaline plus ou moins prononcée.

Ces couches m'ont fourni des débris d'Encrine, d'Orthocère et *Glyphioceras crenistria* du Carboniférien.

Les schistes n° 5, intercalés entre les calcaires Geten et de Gère-Belestin ne m'ont fourni jusqu'à présent que des *Fenestella* (1), *Streptorhynchus?* et des Moules de Spirifer, rappelant le *Spirifer Pellicoï* (?); je ne puis donc actuellement préciser l'âge de ces schistes. Ces mêmes fossiles se retrouvent au même niveau sur la rive droite de la vallée.

La crête qui sépare, à l'ouest de ces assises, la vallée d'Ossau de celle du Ruisseau de Lassourde, toute la région de Bois-Terre-Inconnue et celle des deux rives du Ruisseau de Lassourde sont

(1) Je signale à ce sujet un riche gisement de *Fenestella* dans les schistes situés au N.-E. du massif de calcaire crétacé supérieur du Montagnon-d'Izey.

occupées par les schistes et les grès avec poudingues quartzeux du Houiller formant une bande Nord-Sud s'avançant jusqu'au Saint-Mont ; c'est contre cette bande, qu'entre le Pic Bareilles, le Pic de Lauriolle et la crête 1336, vient se terminer brusquement la bande des terrains secondaires de la Vallée d'Aspe, sensiblement dirigée O.-N.-O E.-S.-E.

J'ajoute, pour terminer, que c'est dans des bancs calcaires, intercalés dans le Houiller, que sont localisés les filons de cuivre de la mine d'Aspeigt, située sur les deux rives du ruisseau de Lassourde, à 1,500 mètres environ au nord de la grange de Bielle.

M. Douvillé présente, de la part de M. le Dr **Jousseaume**, une étude sur deux collections de fossiles recueillies dans les travaux de l'Isthme de Corinthe, par le regretté M. Fuchs et par M. Quelleuvec, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, chef de la mission des travaux publics en Grèce.

Les fossiles recueillis par M. Fuchs portent l'indication de la couche où ils ont été recueillis, indications qui font malheureusement défaut pour la seconde collection.

On sait que M. Fuchs a distingué à la base (1) des couches des marnes bleues (M^1), jaunâtres à la partie supérieure (M^2) et au-dessus un ensemble de tufs calcaires (C^{1-9}) ravinés par le groupe des sables, graviers et conglomérats (G^{1-9}) ; les fossiles qu'il a recueillis proviennent exclusivement des couches C et G, les couches M étant indiquées comme peu fossilifères et renfermant seulement des espèces de petite dimension et mal conservées.

M. Jousseaume a reconnu que la presque totalité des fossiles recueillis (soit 150 espèces) appartiennent à des formes identiques à celles qui *vivent actuellement* dans la Méditerranée ; deux espèces

MM. **Marcel Bertrand** et **Douvillé** présentent quelques observations.

M. Zeiller présente quelques observations *sur des empreintes végétales du bassin de Yen-Baï, au Tonkin*, qui viennent de lui être envoyées. Elles ont été recueillies par M. Saladin, ingénieur civil des mines, qui avait pris part déjà, il y a quelques années, comme compagnon de M. Fuchs, à l'exploration des gîtes minéraux du Tonkin et en particulier des bassins houillers, ou plus exactement rhétiens, de Hon Gay et de Ké-Bao. A l'inverse de ceux-ci, qui ne comprennent que des charbons maigres, le bassin de Yen-Baï, situé sur le haut fleuve Rouge, renferme des charbons gras, tenant, suivant les renseignements communiqués par M. Saladin, de 30 à 35 p. 100 de matières volatiles et donnant un coke demi-fondu. Ce bassin repose, d'après les observations du même explorateur, sur des schistes anciens et des micaschistes grenatifères, et s'étend le long du haut fleuve Rouge, suivant une direction à peu près N.-O.-S.-E., sur 30 à 40 kilomètres de longueur et avec une largeur de 5 kilomètres environ.

L'examen des empreintes recueillies montre que ces dépôts sont d'un âge beaucoup plus récent que ceux de la côte : ce sont en effet des feuilles de Dicotylédones, et par conséquent on ne peut songer, pour les couches dont elles proviennent, qu'au Tertiaire ou au Crétacé. Bien que très fragmentaires et incomplètes, ces feuilles paraissent, d'après les caractères de leur nervation, devoir appartenir à un *Ficus* assez analogue au *Ficus tiliofolia*, Heer du Miocène européen. M. Zeiller a pu en outre, grâce à l'obligeance de MM. Bureau et Franchet, constater, par l'examen d'une belle série de plantes du Tonkin, parvenues récemment à l'herbier du Muséum, que le même type de nervation se retrouve encore aujourd'hui chez plusieurs espèces de *Ficus* de la région. On serait donc, à priori, porté à penser d'après cela que les dépôts de Yen-Baï doivent être plutôt tertiaires que crétacés ; mais il est impossible, quant à présent, de rien affirmer à cet égard.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, à ce propos, que les charbons de l'île Sakhaline, qui sont maintenant exploités industriellement, et qui sont des charbons à coke d'excellente qualité, appartiennent, sans doute possible, d'après les caractères de la flore étudiée par O. Heer, à l'époque Tertiaire, et que ce savant paléobotaniste les avait même classés formellement comme miocènes.

Dans tous les cas, qu'il soit tertiaire ou crétacé, le bassin de

Yen-Baï ne peut plus désormais être considéré comme étant, ainsi que l'avait présumé M. Sarran, un prolongement occidental de celui de Hon-Gay et de Dong-Trieu ; il constitue un bassin tout à fait indépendant, et les roches dans lesquelles il est encaissé sont aussi toutes différentes de celles sur lesquelles reposent les couches de houille de la région orientale du Tonkin.

Par contre, M. Zeiller a reçu de M. Cotton quelques empreintes du gîte de charbon de Nong-Sön, près de Tourane, dans l'Annam, parmi lesquelles il a reconnu *Asplenites Rœsserti*, *Dictyophyllum accitilobum* et *elathropteris platyphylla*. Ce gisement, bien que très éloigné de ceux du Tonkin, puisqu'il est situé à 5°30′ plus au Sud, appartient donc bien au même niveau géologique, ainsi que l'avait pensé M. Fuchs, c'est-à-dire à l'étage rhétien.

M. **Marcel Bertrand** présente quelques observations.

M. Schlumberger présente à la Société, de la part de M. **Emile Belloc**, les notices suivantes :

Origine, Formation, Comblement des Lacs pyrénéens ;
Le lac d'Oo (Haute-Garonne). Sondages et Dragages ;
Nouvel appareil de sondage portatif à fil d'acier ;
De la végétation lacustre dans les Pyrénées.

M. **de Lapparent** entretient la Société d'une note de M. Lennier *sur un sondage exécuté au Hâvre* qui a rencontré le Silurien.

MM. **Marcel Bertrand** et **Chelot** présentent quelques observations.

M. **Gosselet** fait une communication sur des *dépôts marins*

N° 18 . Séance du 18 Décembre 1893

PRÉSIDENCE DE M. ZEILLER.

M. A. Thiéry, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce le décès de M. Stur; du marquis de Turenne, membre de la Société depuis 1878, et de M. Pomier Layrargues, membre depuis 1868.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Thévenin,** présenté par MM. Munier-Chalmas et Haug;
Skouphos, id. id.
Paquier, présenté par MM. Munier-Chalmas et Kilian.

Le Président adresse ses félicitations, de la part de la Société, à MM. Boule, Fayol et Marcel Bertrand, à qui l'Académie des Sciences vient, dans cette journée même du 18 décembre, de décerner respectivement le grand prix des Sciences physiques, affecté cette année à la géologie, le prix Delesse et le prix Petit d'Ormoy. Il exprime, en son nom personnel comme au nom de la Société, sa reconnaissance à l'Académie des Sciences pour la large part qu'elle a faite dans ses récompenses à la géologie.

M. **M. Bertrand** fait remarquer que M. le Président a oublié son nom dans l'énumération qu'il vient de faire des prix décernés par l'Académie des Sciences, et il félicite M. Zeiller, à qui l'Académie a décerné le prix Fontannes.

M. A. Gaudry offre à la Société un volume de M. **Trutat** sur les Pyrénées et donne quelques renseignements sur le contenu de ce livre.

M. Gaudry présente à la Société, au nom de M. **Ph. Thomas,** les deux derniers fascicules de la publication des matériaux paléontologiques qu'il a recueillis en Tunisie, en 1885-1886. Cette publication comprend près de 600 pages de texte in-8° et un atlas gr. in-4° de

31 planches, contenant 732 dessins. Sur 544 espèces décrites, 209 sont nouvelles.

Notre savant confrère a découvert des fossiles appartenant à un grand nombre de classes ; cependant, les Mollusques Pélécypodes et les Echinodermes ont une prédominence marquée ; cela donne à la plupart des étages un caractère sub-littoral très accentué et contribue à indiquer que le continent noir est émergé depuis très longtemps.

Il faut espérer qu'après sa belle étude paléontologique, M. Philippe Thomas sera bientôt mis à même de publier les nombreux documents stratigraphiques qu'il a recueillis.

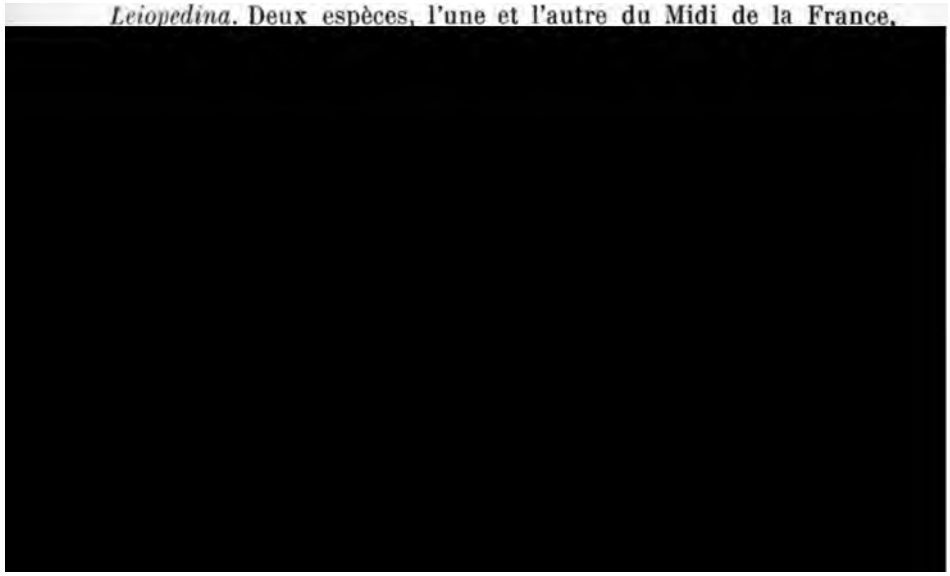
M. **Cotteau** présente la 30e livraison de la *Paléontologie française*, comprenant la suite des Échinides éocènes de la France. Les genres *Echinopsis* Agassiz, *Hebertia* Michelin, *Rhabdopleurus* Cotteau, *Arachniopleurus* Duncan, *Triplacidia* Bittner, *Leiopedina* Cotteau et *Echinopedina* Cotteau sont décrits dans cette livraison.

Une seule espèce, *Hebertia parisiensis* Michelin, a été rencontrée dans le bassin parisien, à Chaumont (Oise), où elle est fort rare ; une seconde espèce, *Hebertia meridanensis* Cotteau, a été recueillie à Subarat et à Montardit (Ariège) par l'abbé Pouech.

M. Cotteau signale encore plusieurs espèces curieuses : *Arachniopleurus arenatus* (d'Archiac in Desor) Cotteau, placé successivement dans les genres *Diadema* et *Echinopsis*, provenant de l'Éocène supérieur de Biarritz.

Triplacidia Van den Heckei (Agassiz) Cotteau, de La Palarea.

Leiopedina Tallavignesi Cotteau, fut réuni dans l'origine au genre *Codechinus ;* mais M. Cotteau en a fait, en 1866, le type du genre *Leiopedina*. Deux espèces, l'une et l'autre du Midi de la France,



M. Gaudry présente la note suivante, de la part de **M. Stefànescu** :

UN NOUVEAU GISEMENT DU *DINOTHERIUM*

A l'occasion du Congrès international de Géologie de 1891, tenu à Washington, je faisais connaître, au sein de la Société géologique américaine, deux gisements du *Dinotherium* que j'ai constatés en Roumanie (1); aujourd'hui je viens signaler à votre attention un nouveau gisement situé, non pas en Roumanie, mais à ses frontières, sur le bord droit du Danube, à Zlotu, village de la Serbie, à trois heures de la ville de Zaičar et en face le village roumain de Gruia.

Un amateur, négociant d'antiquités de la ville de Cladova, en Serbie, en cherchant des antiquités romaines et grecques, a trouvé dans un sable et gravier du ravin de la montagne de Zlotu, district de Firna Reča, en Serbie, une dent fossile qu'il a gardée.

En venant à Bucarest, il s'est adressé à moi pour lui acheter ses antiquités et la dent; je fus heureusement surpris de voir que j'avais affaire à une molaire de *Dinotherium*.

Description de la dent. — La dent de Zlotu est la deuxième molaire de la mâchoire inférieure gauche; elle est de couleur gris-noirâtre, ce qui prouve que dans la couche de sable et gravier, où elle a été trouvée, il y avait de l'oxyde de fer et de manganèse. Elle possède ses deux grosses racines, dont les bouts sont un peu cassés; sa colline postérieure est complète, mais l'antérieure est aussi un peu cassée du côté externe. Elle possède à sa partie postérieure un talon assez développé et elle a les crêtes de ses collines usées sur leur côté postérieur.

Dimensions.— Les dimensions de cette molaire sont les suivantes :

	m
Longueur antéro-postérieure	0,095
Largeur à la colline postérieure	0,080
Épaisseur de la colline antérieure	0,041
— postérieure sans le talon	0,036
— — avec le talon	0,051
Hauteur de la colline antérieure à partir du col de la dent (côté interne)	0,052
— postérieure — (côté interne)	0,050
— — — (côté externe)	0,039
Écartement des collines à leur sommet	0,041
Largeur du talon	0,053
Hauteur du talon (côté postérieur)	0,026
— (côté antérieur)	0,006
Hauteur de la racine antérieure (cassée)	0,048

(1) On the existence of the Dinotherium in Roumania, by professor Gregoire Stefànescu, of the University of Bucharest, Roumania. — *Bull. geolog. Society of America*, vol. 3, 1891.

D'après ces dimensions, qui sont à peu près celles indiquées par Cuvier et par Kaup, elle devait appartenir au *Dinotherium giganteum*.

Je ne connaissais pas moi-même le gisement de ce *Dinotherium*, mais, consultant la carte géologique de la Serbie de M. J. M. Zujović, professeur à l'Université de Belgrade (1), et celle de M. Toula, professeur au Polytechnicum de Vienne (2), j'ai vu que l'endroit où la molaire a été trouvée est teinté par la couleur du Néogène et que, par conséquent, elle est bien à son niveau habituel.

Par ce nouveau gisement et par ceux de la Roumanie, la géographie de la distribution du *Dinotherium* à l'époque miocénique, en Europe, est à peu près complète. Il venait depuis les Pyrénées, à l'ouest, jusqu'en Roumanie et en Russie (Podalie), à l'est; depuis la Hesse-Darmstadt et Baden, au nord, jusqu'en Grèce (Pikermi), au sud. Je suis convaincu que de nouvelles découvertes seront faites, dans l'avenir, dans l'Asie-Mineure, et que l'habitat du *Dinotherium* en Europe sera réuni à celui de l'Inde, où on a trouvé aussi ses restes.

M. **G. Ramond** présente le *Profil géologique de l'aqueduc d'Achères.*

Les coupes relevées sur les travaux de construction de ce nouvel aqueduc ont confirmé les observations faites antérieurement dans la région (3).

La chute des assises de l'Eocène est très sensible de l'O. à l'E., entre Herblay et Argenteuil (S.-et-O.), et les niveaux de sables argileux, qui forment la base de l'étage ludien des nouvelles classifications, sont très réguliers. Ces niveaux sont parfois très fossilifères, comme dans le petit ravin de la Frette ; mais les fossiles

étage, sont normaux et bien développés sur la plus grande partie du tracé.

Près de l'extrémité de l'aqueduc, à la Frette et Herblay (S.-et-O.), on a recoupé trois niveaux de gypse, qui paraissent correspondre à la *troisième masse* et à la *deuxième masse* dédoublée. Les calcaires et marnes à *Pholadomya ludensis* Desh. se présentent développés régulièrement sur le tracé de la galerie.

M. G. Ramond se propose de donner aux « Notes et Mémoires » une *Notice explicative* sur profil, avec coupe de détail.

M. Tardy entretient la Société des *blocs erratiques de la Bretagne* et s'exprime ainsi :

Si on passe sur la route allant de Notre-Dame d'Auray à la Chartreuse d'Auray, on peut voir, dans le vallon où se trouve la rampe du chemin de fer d'Auray, de gros blocs, de formes diverses, ainsi qu'une surface de rocher presque polie et moutonnée. Cet ensemble rappelle les terrains glaciaires anciens privés, par les pluies, de leur limon, ce qui semble vérifié par la présence des blocs entourés de limon, sur les flancs des vallées. Sur les caps, les blocs percent en maints endroits les limons. Les blocs semblent compris entre l'altitude des plus hautes mers et quinze mètres au-dessus de la mer. On suit cette bande de terrain erratique depuis Brest au nord, jusque fort loin au sud. En effet, après les avoir observés à Auray et dans tout le Morbihan, où ils ont été utilisés par l'homme préhistorique pour dresser un grand nombre des monuments mégalithiques de cette région, on retrouve ces blocs de Batz au Croisic, où leur volume est réduit et leur nombre bien plus grand, dans tous les blocs erratiques accumulés sur ces points, la variété des roches est très considérable, et quelques-unes semblent pouvoir être d'origine lointaine. Plusieurs de ces cailloux offrent des surfaces polies, mais je n'ai pas songé à y chercher des stries, car, lorsque je les ai vus, je n'avais pas encore passé à Auray, où l'ensemble des caractères glaciaires est plus frappant.

Au sud, on retrouve ces cailloux vers Tonnay-Charente ; mais ils rappellent sur ce point les roches environnantes. Ces cailloux forment un banc qui, d'après notre confrère M. Boisselier, vient passer sous la ville de Rochefort, à trente mètres au-dessous du niveau de la mer, d'après les sondages du bassin de radoub.

Le dépôt de cailloux est ainsi, à Rochefort, antérieur à la plaine qui supporte la ville. A Auray, ce dépôt est antérieur au dernier

approfondissement des vallées. Il semble ainsi devoir se placer vers la fin de l'âge quaternaire, peut-être à l'époque de l'homme de cet âge.

M. **M. Boule** profite de la présence de M. Tardy pour demander à notre confrère quelques renseignements sur sa note relative à la caverne du Maz d'Azil, note parue dans le dernier numéro du Bulletin. Il désirerait savoir notamment ce que M. Tardy entend par le *diluvium du Nord*.

M. Boule saisit cette occasion pour résumer devant la Société les importantes recherches de M. Piette sur les derniers temps quaternaires dans les Pyrénées et les couches de transition du Quaternaire aux temps actuels.

M. **de Lapparent** annonce qu'on a trouvé dans les Ardennes, près de Bulson, au milieu de l'oolithe bathonienne, des restes d'un vertébré gigantesque. La vertèbre qui lui a été communiquée, et qu'il a transmise à M. Gaudry pour la galerie de paléontologie du Muséum, mesure 24 centimètres de grand axe et sa hauteur est de 15 centimètres. Sur sa face supérieure, légèrement concave, adhèrent de petites huîtres plates. La texture spongieuse de l'os est parfaitement respectée. La dimension de cette vertèbre dépasse tellement tout ce qui est connu en fait d'Enaliosauriens, que malgré une certaine analogie de forme avec ce groupe, on doit hésiter à la lui attribuer; car, jusqu'à présent, cette dimension n'est connue que parmi les reptiles terrestres du Secondaire. Dans ce cas, les débris auraient été entraînés sur une plage corallienne. Il est bon de rappeler que, dans l'oolithe bathonienne de la région, on trouve de temps en temps des restes de fougères.

l'Oued Riou, le long de la route qui va de Inkermann à Ammi-Moussa.

Ce sont des calcaires jaunes gréseux, dont certains bancs sont pétris de *Lithothamnium* (Mélobésies), tandis que d'autres paraissent entièrement formés de débris agglomérés de coquilles diverses, avec Peignes et quelques *Lithothamnium* ; certains bancs grumeleux, plus tendres, montrent en relief des Bryozoaires, Polypiers, Hétérostégines, avec des Oursins, de grosses Huîtres, etc. Ce sont des calcaires de formation subcorallienne, dont l'épaisseur dépasse quelquefois 100 m.

II. — Ils reposent au sud, en concordance de stratification, sur des marnes argileuses grises et gris bleuâtre. Ces bancs renferment souvent des bancs de grès jaunâtres, qui indiquent plus nettement la stratification, et des cristaux de gypse. On y trouve *Ostrea crassissima* et elles représentent l'Helvétien (Miocène moyen).

III. — Ces marnes montrent, vers leur base, au-dessus d'El Aleuf, des assises d'argiles marneuses bariolées jaunes, verdâtres, brunes, avec des bancs de grès jaunes et des poudingues à petits éléments. Je les range provisoirement dans le Miocène inférieur.

Plus loin, avant Ammi-Moussa, on trouve les marnes dures schisteuses du Crétacé ; je n'ai pas vu le contact du Miocène et du Crétacé.

Au point de vue de l'aspect général de la contrée, j'ajoute que les *Calcaires à Lithothamnium et Oursins* forment un relief remarquable, devenant quelquefois une véritable falaise, au-dessus des marnes helvétiennes dont la surface est assez doucement ondulée (1). Ce relief est bien représenté sur la *Carte topographique des environs d'Orléansville* au $\frac{1}{200000}$, depuis le Djidiouïa (Saint-Aimé) jusqu'à l'Oued Isly (Malakof). On peut aussi en voir une partie sur la *Carte topographique de l'Algérie* au $\frac{1}{50000}$, *feuille Inkermann*, point 525, etc.

Ces calcaires se continuent jusqu'auprès d'Orléansville. On les exploite comme pierre de construction à 3 k. 500 au sud de Malakof, non loin de l'Oued Isly, où ils renferment en abondance *Heterostegina depressa* d'Orbigny (2).

Ces *Calcaires à Lithothamnium* du Riou ont été classés, à diverses reprises, par M. Pomel, dans son étage helvétien, partie inférieure

(1) Ville, Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger, p. 218 et suivantes, 1858.

(2) Je dois cette détermination à l'obligeance de M. Schlumberger. — C'est très probablement l'espèce citée par Ville sous le nom d'*Operculina complanata*, loc. cit. p. 225.

(voir *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, p. 151-152). Je n'accepte pas cette classification. En effet, ces calcaires reposent sur des marnes qui sont les mêmes que celles des Bou-Allouan, près Hamman Rira, avec *Ostrea crassissima*. Ces marnes constituent l'Helvétien des géologues européens.

Les calcaires qui sont au-dessus représentent le Miocène supérieur : ce sont des couches tortoniennes, analogues au calcaire de la Leitha. Je les place au même niveau (1) que les grès du Gontas et que les marnes sableuses à *Ancillaria glandiformis* de Carnot, Beni Rached et Mascara.

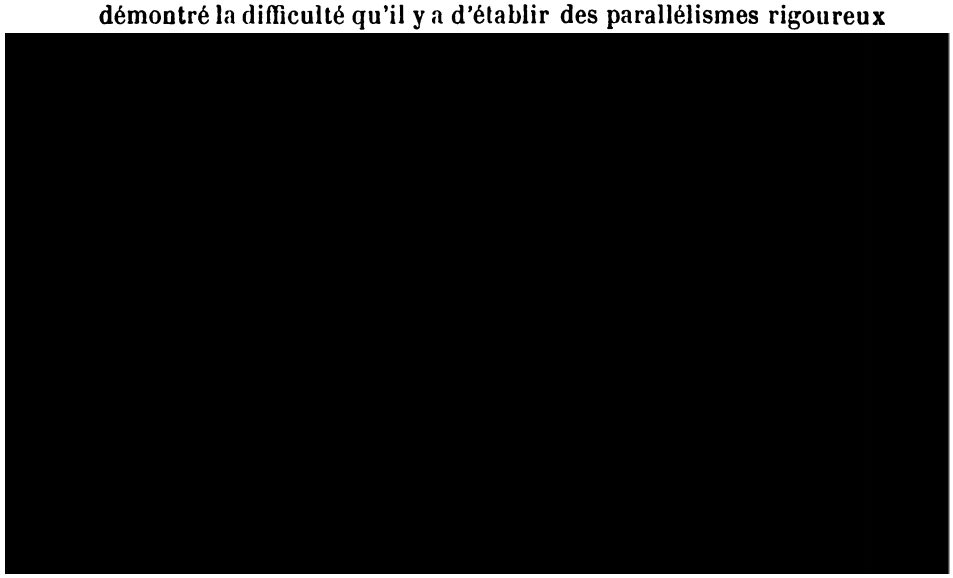
Je crois devoir insister sur ce point, car M. de Lapparent, dans la 3e édition de son *Traité de Géologie*, p. 1316, a reproduit une partie de la classification de M. Pomel. On voit, en comparant avec ce tableau, que je place dans le même étage, Miocène supérieur ou Tortonien, les calcaires de l'Oued Riou, les grès du Gontas et les marnes sableuses de Mascara et Carnot (avec les calcaires qui surmontent immédiatement ces dernières).

Au-dessous de ces trois assises, viennent toujours les marnes bleues et grises de l'Helvétien (niveau des Bou-Allouan).

M. **E. Fallot** adresse la note suivante :

Sur les relations qui existent entre les assises tertiaires de la Gironde et celles de la Bohême et du Bassin de Mayence.

Les recherches que je poursuis depuis huit ans sur les assises tertiaires de l'Autriche-Hongrie, de l'Allemagne et de l'Italie, dans le but de les comparer avec celles du bassin de l'Aquitaine, m'ont démontré la difficulté qu'il y a d'établir des parallélismes rigoureux



les deux assises séparées l'une de l'autre par des couches marines (grès de Bazas, roche sableuse jaune des vallées du Bordelais) ayant à peu près la même faune. Parmi les espèces de Tuchorschitz, 2 ou 3 auraient été rencontrées dans le Langhien de la Gironde : *Planorbis cornu* Br., var. *solidus* Thomae, indiquée à Saucats (Pont Pourquey) par M. Benoist (1), *Helix involuta* Th., signalée au même endroit et à Cestas par le même auteur, et enfin *Helix osculum* Th., dont un échantillon figure dans la collection Benoist, au Museum de Bordeaux, comme ayant été ramassé à Cestas. Ces espèces ne sont qu'*accidentelles* dans les couches langhiennes, qui sont *toutes marines* dans la Gironde, et elles indiquent probablement l'embouchure d'un cours d'eau dans l'endroit où elles se trouvent ; elles ne sont pas roulées et n'ont été rencontrées jusqu'ici dans la Gironde que dans la partie supérieure du Langhien. Elles accompagnent quelques autres espèces d'eau douce qui n'ont point été indiquées à Tuchorschitz.

La faune de Tuchorschitz et des localités voisines est bien une faune aquitanienne. Ce qui le démontre surtout, c'est son analogie avec celles du calcaire à *Helix (Landschneckenkalk)* du Bassin de Mayence. Je me hâte d'ajouter cependant que les espèces communes entre la Gironde, Tuchorschitz et Mayence se rencontrent en bonne partie dans le calcaire à Corbicules et dans le calcaire à Hydrobies de la vallée du Rhin, que l'on place généralement (le dernier du moins) dans le Miocène. Plusieurs Limnées (*L. subpalustris, minor, pachygaster* Thomae) et quelques Planorbes (*P. cornu* var. *solidus* Th., *Pl. declivis* A. Braun) et d'autres, se trouvent à la fois à Tuchorschitz, dans l'Aquitanien de la Gironde et dans les couches à Hydrobies, ce qui indique que les espèces d'eau douce ont très peu varié, puisqu'on rencontre les mêmes formes à des niveaux très différents.

Ceci m'amène à dire quelques mots du Bassin de Mayence, que j'ai parcouru, en 1891, avec notre confrère M. de Riaz.

On sait que, dans cette région, les couches tertiaires débutent par le Tongrien marin, qui repose transgressivement sur les grès rouges (et les mélaphyres) permiens, largement démantelés et remaniés sous forme d'un énorme conglomérat, ainsi que j'ai pu l'observer entre Weinheim et Alzey. Ce Tongrien (*Meeressand*, sable marin) a fort peu d'espèces communes avec notre Tongrien de l'Aquitaine. La faune des faluns de Gaas et celle du Calcaire à

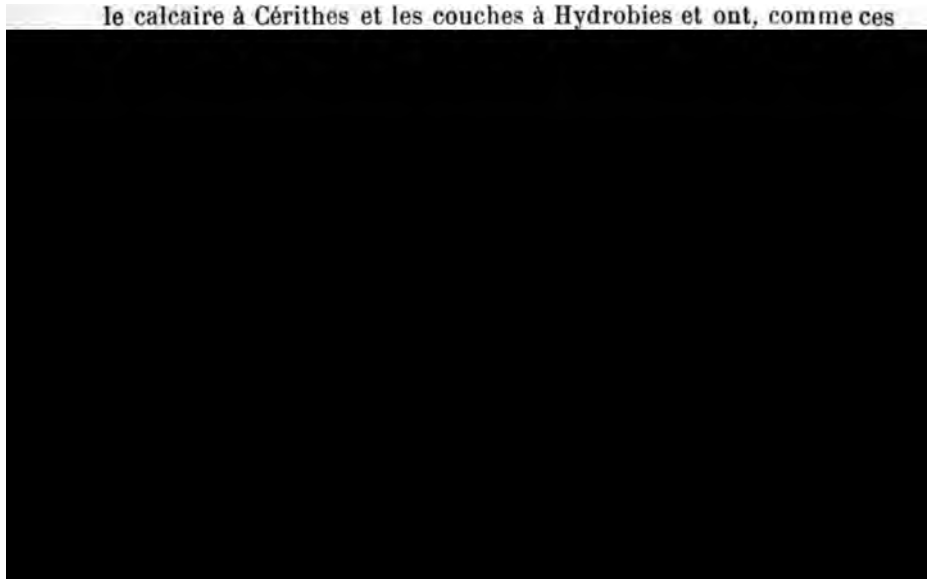
(1) Les échantillons de *Planorbis*, trouvés à Cestas, sont assez renflés et trop petits pour être déterminés sûrement ; ils rappellent cependant un peu le *Pl. cornu*.

Astéries, qui sont contemporaines, ont, en effet, des affinités plus grandes avec les faunes d'origine méditerranéenne (Vicentin, par exemple), qu'avec celles d'origine septentrionale (Bassin de Paris, Belgique, Bassin de Mayence). C'est peut-être dans le falun de Terre-Nègre, qui se montre dans la partie septentrionale de la commune de Bordeaux et dans la partie voisine de Candéran, et qui n'est qu'un faciès d'une portion du Calcaire à Astéries, que l'on trouve le plus d'espèces communes avec le sable marin des environs de Mayence. Le *Pectunculus angusticostatus* Lam., par exemple, y abonde, et la *Cythereu splendida* Mer. s'y trouve aussi comme dans les environs de Mayence (1).

Le Tongrien pourrait se terminer là avec l'argile à *Septaria*, très pauvre en fossiles, qui est l'équivalent chronologique possible des argiles à concrétions du Bordelais et de la Mollasse inférieure de l'Agenais, au moins en partie (2).

Je serais assez disposé à faire commencer l'Aquitanien, dans le bassin de Mayence, avec les sables marins supérieurs ou d'Elsheim et les marnes à Cyrènes ; mais je n'exprime cette opinion qu'avec une grande réserve, la succession des faunes étant très continue en Allemagne. Cependant la faune des marnes à Cyrènes a beaucoup d'analogie avec celle du calcaire à Cérithes *(Cerithienkalk)* qui vient au-dessus et qui présente à sa base, comme faciès local (3), le calcaire à *Helix (Landschneckenkalk)* d'Hochheim. L'Aquitanien d'eau douce de la Gironde a d'assez grandes affinités avec ces couches : il y aurait environ 17 espèces communes sur 94 étudiées dans le Sud-Ouest par M. Degrange-Touzin (4), ce qui est assurément bien peu pour établir un parallélisme parfait.

Quant aux couches à Corbicules, elles forment le passage entre le calcaire à Cérithes et les couches à Hydrobies et ont, comme ces



l'a fait l'auteur que je viens de citer. Mais il serait dangereux d'envisager la question de cette manière et de ne pas tenir compte d'autres éléments d'appréciation très importants. Il ne suffit pas, en effet, de citer des espèces; il faut examiner leur degré de fréquence, leurs associations, etc., et avoir égard aux caractères stratigraphiques. Sous ce rapport, l'impression sur le terrain est en faveur de la séparation. Une simple visite aux belles carrières de Curve (entre Mayence et Wiesbaden), dans ces couches qui renferment des milliards d'Hydrobies et de *Dreissena*, montrera à l'observateur le moins attentif que l'on a affaire à un tout autre étage que celui qui est développé dans les collines situées entre Hochheim et Florsheim par exemple (calcaire à Helix et à Cérithes).

D'autre part la faune des Vertébrés, encore mal connue il est vrai, des assises à Hydrobies, tout en ayant beaucoup d'affinités avec la faune oligocène, semble présenter des caractères un peu plus jeunes et nous engage, comme la stratigraphie, à laisser jusqu'à nouvel ordre les couches à Hydrobies à la base du Miocène (Langhien), comme on l'a fait en général.

Ce court aperçu montre combien il est difficile d'établir un parallélisme sérieux d'étage à étage entre deux bassins distincts et séparés, *formés dans des conditions très différentes* et qui présentent, par cela même, un fort petit nombre de formes communes; à plus forte raison en est-il ainsi quand il s'agit d'assises ou de zones. Aussi est-il nécessaire, en stratigraphie tertiaire surtout, de rester sur une très grande réserve au point de vue des assimilations strictes que l'on n'est que trop porté à multiplier.

M. Lacroix transmet à la Société un travail de M. **Bertolio**, ingénieur des mines à Iglésias, intitulé « *Note sur quelques roches des Collines euganéennes* ».

M. Bertolio a étudié une série de roches volcaniques recueillies dans de nombreux gisements des Collines euganéennes, par M. le professeur Omboni et par M. Lacroix.

Il s'est attaché surtout à la description pétrographique de ces roches, qui n'ont pas fait l'objet d'un travail similaire depuis le célèbre mémoire de M. Reyer. Les types pétrographiques sont nombreux et variés : *rhyolites*, *trachytes*, *andésites*, *labradorites*, *basaltes*. Les rhyolites et les trachytes sont surtout intéressants, tant par leur composition minéralogique normale, que par les phénomènes de quartzification secondaire qui ont fait l'objet d'une étude spéciale. Les *trachytes à biotite* de cette région sont très analogues à ceux de

quelques gisements du Plateau Central. Ils peuvent en outre leur être comparés au point de vue des enclaves qu'ils renferment. Ces dernières consistent soit en *sanidinites*, soit en *schistes à cordiérite*, etc., qui ont subi les mêmes transformations que dans les gisements français.

Parmi les roches triasiques, il y a lieu de faire remarquer l'abondance des *labradorites*.

Liste des principaux ouvrages offerts à la Société géologique dans sa séance du 18 Décembre 1893.

Eug. Trutat, Les Pyrénées. — *Paléontologie française*, livr. 30 et 31 (Echinides éocènes, par M. Cotteau). — F. Priem, La terre avant l'apparition de l'homme. — Ph. Thomas, Description de quelques fossiles nouveaux ou critiques des terrains tertiaires et secondaires de la Tunisie.

Fin du Compte-Rendu des Séances de l'année 1893 (3e Série, T. XXI).

NOTES & MÉMOIRES

NOTES & MÉMOIRES

présentés dans les Séances

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LE LIGURIEN ET LE TONGRIEN EN EGYPTE (1),

par le professeur MAYER-EYMAR.

INTRODUCTION.

Les étages Ligurien et Tongrien de ma classification des terrains tertiaires, rectifiée en 1887 (2), correspondent désormais exactement, le premier, à l'Oligocène inférieur, le second, à l'Oligocène moyen de M. Beyrich. Trompé, comme du reste bon nombre de géologues français, suisses et italiens, par les rapports paléontologiques qu'ont le falun blanc de Lesbarritz et la mollasse serpentineuse de la Ligurie avec les marnes bleues de Gaas et le calcaire à Astéries de Bordeaux, j'avais, jusqu'à l'année citée, conservé l'arrangement du « Prodrome » d'Alcide d'Orbigny, où le Tongrien correspond au Miocène inférieur, non pas de Deshayes ni même de Lyell, mais tel que le concevaient Elie de Beaumont et Hébert, et comprend ainsi, pour la France, en outre des sables et des grès de Fontainebleau, les marnes à *Cyrènes* et le gypse supérieur de Montmartre, plus, le falun de Lesbarritz et certains dépôts du sud-ouest confondus avec ce falun. Cette fois encore, c'est à la découverte de la loi cosmique de la division de l'écorce sédimentaire du globe en

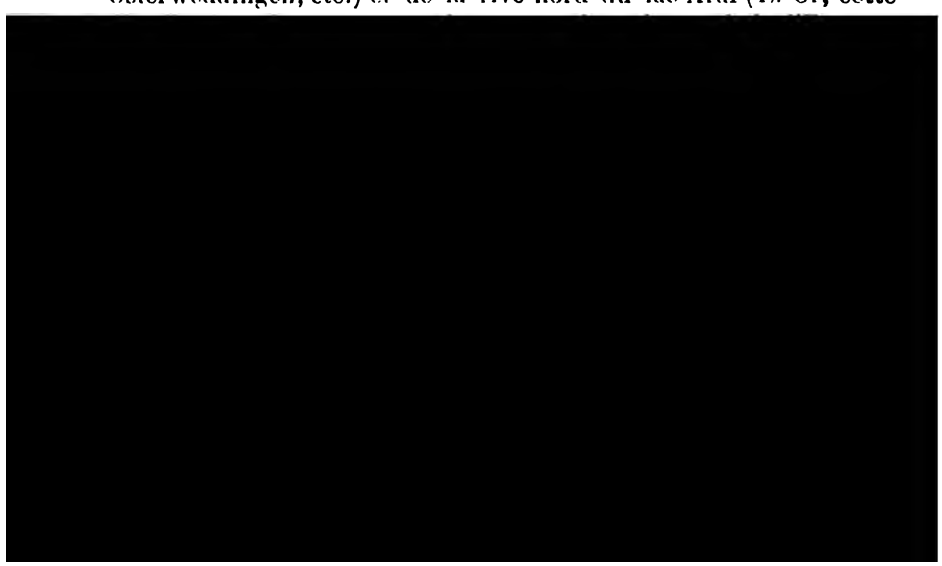
(1) Cette communication a été faite dans la séance du 6 février 1893; le manuscrit est parvenu au Secrétariat le 2 février et le bon à tirer a été donné par l'auteur le 22 juin 1893.

(2) Verzeichn. der Verstein. der Umgeg. von Thun. (*Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse*, 24e livrais., seconde partie, p. XXII). Berne, 1887.

étages à deux sous-étages que je dois d'avoir enfin ouvert les yeux au sujet de la délimitation des deux étages en question et d'avoir reconnu qu'au lieu de former, le premier, un seul sous-étage et le second trois, chacun se divise de fait en deux séries de couches particulières. Quoique j'aie, à plusieurs reprises (1), depuis bientôt six ans, donné un aperçu des groupements que comporte la classification réctifiée, je ne crains guère de me répéter trop souvent en rappelant encore une fois, et cette fois en français, les données stratigraphiques relatives à nos deux étages, parce que d'abord mes écrits à ce sujet ne sont répandus qu'à un petit nombre d'exemplaires et aussi parce que certains géologues que mon thème intéresse ne paraissent pas consulter les ouvrages en allemand où il en a été traité.

Constitution du Ligurien inférieur ou Lattorfon (2).

Zone nord. — Le Ligurien inférieur du nord de l'Europe se compose, comme on sait, de trois sortes de dépôts, à savoir : 1° des gypses inférieur et moyen du bassin de Paris, avec marnes intercalées, dont la faune offre un mélange d'espèces du Bartonien et du Tongrien du même bassin (3) : dépôts du delta du fleuve Loire-et-Seine, alimenté par de nombreuses sources thermales; 2° des marnes alternativement marines et fluviatiles de l'île de Wight (Colwell Bay, etc.) : dépôts également de delta; 3° des sables marins, plus ou moins marneux et glauconieux, du sud de l'Angleterre (Brockenhurst, Lindhurst, Roydon), de la Belgique (Lethen, Vliermael, etc.), du nord de l'Allemagne (Calbe, Lattorf, Osterweddingen, etc.) et de la rive nord du lac Aral (4). Or, cette



de bascule de l'axe de la terre qu'a été dû cet envahissement de la moitié de l'Allemagne et de l'ouest de la Sibérie, car l'explication par un mouvement du sol serait, dans le cas présent, par trop fantaisiste. Du reste, la formation des dépôts ligurien inférieurs du sud de l'Europe (Alpes comprises), dépôts en général d'eau profonde et à faciès constant du golfe de Gascogne à la mer Caspienne, ne saurait aussi être expliquée simplement que par l'amplitude de la Méditerranée de l'époque, survenue après l'époque des eaux basses des couches bartoniennes supérieures. Et de fait, le faciès côtier ou de mer peu profonde de ces couches, à Biarritz, au Schimberg (bancs de *Nullipores*), près d'Interlaken (bancs de *Nullipores*), aux environs de Nice et de Vicence, de même que leur remplacement à Reit im Winkel et à Hæring par un dépôt d'eau douce (à flore identique) prouvent assez, ce me semble, que le niveau de la Méditerranée d'alors était beaucoup plus bas qu'aux époques précédente et suivante.

Zone sud. — Abstraction faite des formations d'eau douce et saumâtre du midi de la France et de la série de couches des environs de Gran et de Budapest, dont le faciès pétrographique et paléontologique, déterminé, je pense, par quelque communication du bassin hongrois avec la mer du Nord, n'est pas celui du flysch, le Ligurien inférieur de la zone sud de l'Europe est *nécessairement* constitué par le flysch à *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii* et par les marnes à *Foraminifères*, caractérisées d'ordinaire par le gros *Clavulina Szaboi* Hantk., qui, en beaucoup d'endroits (Le Righi, Alpnach, le Schimberg, la vallée de Habkeren, la Palarea, la Mortola, Hæring, Budapest), occupent la base de ce flysch. Je dis nécessairement, parce qu'en effet, le flysch véritable succède régulièrement à des dépôts dont j'ai démontré, dans mon ouvrage sur les fossiles des environs de Thoune, le synchronisme avec les deux sous-étages bartoniens du Nord. C'est ainsi, je le répète, qu'à Biarritz, le flysch, sous le faciès d'un grès gris-foncé, riche en *Chondrites intricatus*, est enclavé entre les marnes à *Orbitoides* de Très Pots-Cachaou, qui succèdent aux masses bartoniennes inférieures du port des Basques, et les sables et mollasses à *Nummulina intermedia* et *N. Fichteli* de Très Pots, de l'Atalay et du Casino. C'est ainsi que, dans la chaîne du Hohgant, au Niederhorn, au Schimberg, il succède au Bartonien le mieux caractérisé. Il en est de même aux environs de Nice, où, à Puget-Téniers et à la Mortola, il recouvre directement le Bartonien de la contrée. Enfin, c'est nécessairement à ce niveau qu'appartiennent les grès schisteux,

avec bancs de poudingues, de la coupe de la Brenta, au dessus de Bassano, puisque ces grès sont enclavés entre les Bartoniens I et II et le Ligurien supérieur, représenté ici par une large coulée de Basalte correspondant au tuf basaltique de Sangonini (1) et de Montecchio Maggiore. Or, si, en Liguric et en Piémont, le flysch véritable n'a point le Bartonien pour base (2), mais d'ordinaire les roches éruptives anciennes comprises sous le nom de Serpentine, il est là-bas aussi immédiatement recouvert par la mollasse à *Nummulina intermedia* et *N. Fichteli ;* et du reste sa flore marine, abondante à San Frutuoso et à Gênes même, plus éparpillée aux environs de Busalla, flore dans laquelle dominent, comme toujours, les *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii*, ainsi que l'*Helminthoidea labyrinthica*, ne permet point de le séparer du flysch des Alpes. Quant au fait que le flysch du Piémont contient en certains endroits (Gassino, Marmorito, Monteu, etc.), dans sa partie supérieure, des lentilles calcaires ou des bancs plus ou moins riches en restes d'animaux marins, il n'a rien de surprenant, puisqu'il faut bien qu'il y ait eu, à l'époque ligurienne inférieure, des endroits dans le bassin du Piémont où existaient des hauts-fonds formés peu à peu par le gonflement et le plissement des roches serpentineuses et des rivages peu abrupts. Bien au contraire, ce fait n'est que la répétition nécessaire de ce qui se voit en Suisse, dans le flysch inférieur et moyen du Righi, par exemple (3). Or, cette présence en grand nombre, dans le flysch de Righi, de *Nummulines* et d'*Orbitoides*, accompagnées de quelques huîtres, peignes et spondyles, de même que l'apparition, depuis longtemps constatée par Gumbel, de la plupart des *Orbitoides* du Bartonien dès le Parisien inférieur des Alpes et leur réapparition dans le Ligurien de Hongrie (4), auraient dû, tout d'abord, prévenir M. Sacco (5) qu'il ne suffit pas de nombreuses

accompagnent ces *Foraminifères*, ou sont particulières aux localités piémontaises, ou passent à peu près toutes dans le Ligurien supérieur et même dans le Tongrien inférieur de l'Italie; je citerai : *Ostrea gigantea* Sol., *O. Martinsi* Arch., *Pecten Bernensis* M.-E., *Lima miocœnica* Sism., *Pholadomya Puschi* Goldf., *Xenophora extensa* Sow. (Troch.), *Cassidaria depressa* Buch, *Nautilus decipiens* Mich^ti^, *Aturia zigzag* Sow. (Naut.), *Rhynchonella deformis* Seg., *Rotularia spirulea* Lam. etc.; j'ai moi-même recueilli récemment la plupart de ces espèces à Gassino.

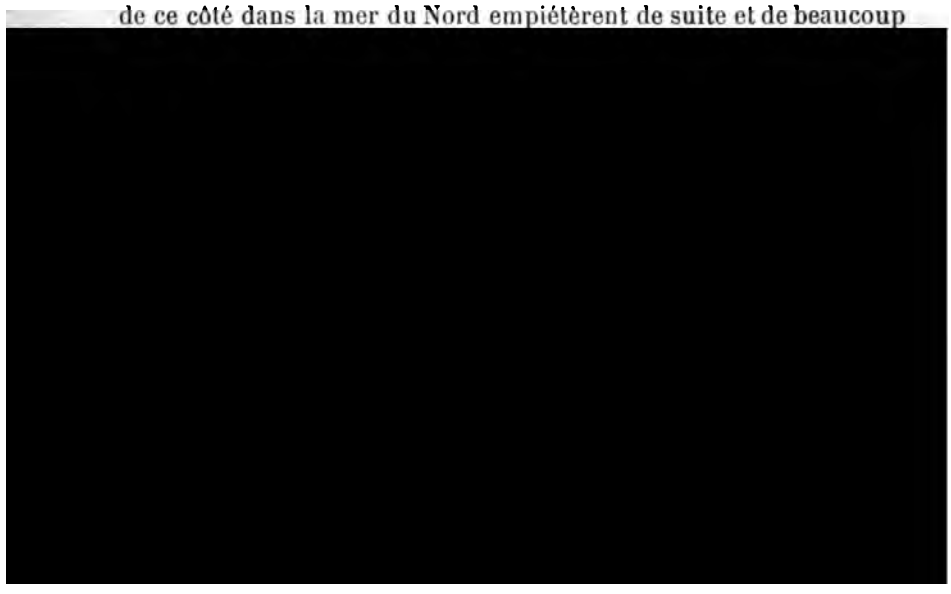
En consultant la littérature que je viens de citer, ou encore la Géologie de la Suisse de B. Studer et le Traité de Géologie de M. de Lapparent (page 1151 de l'édition de 1885), on voit nettement que le flysch à *Chondrites Targionii* et *Ch. intricatus* et à *Helminthoidea labyrinthica*, c'est-à-dire le flysch exactement synchronique de celui du Bas-Monferrat et de la Ligurie, est toujours le dernier terme de la série nummulitique de nos Alpes. D'autre part, l'étude approfondie de la stratigraphie des environs de Nice nous montre que le Bartonien est composé de deux sous-étages bien distincts quoique toujours liés ensemble, et qu'il est situé, sans lacune, au-dessus du Parisien supérieur de Branchai et au-dessous du flysch du Puget-Théniers et de la Mortola. Je ne puis donc admettre les conclusions de M. Sacco, et peu avant la réunion des géologues italiens à Bergame, j'ai protesté contre elles dans une lettre adressée au président, M. le professeur Taramelli, et j'ai envoyé à M. Sacco la coupe de la Brenta. De fait, dans les récents mémoires géologiques de mon collègue et confrère de Turin règne, à mon avis, une déplorable confusion de niveaux et de noms d'étages.

Constitution du Ligurien supérieur ou Hénisin.

Zone nord. — Si la composition et la position stratigraphique des couches de Hénis du nord de l'Europe sont depuis longtemps bien connues (1), les conclusions à tirer de leur absence en Allemagne et de leur faciès, envisagé sous le rapport de son contraste avec celui des deux sous-étages encadrants, ont trop d'importance pour le triomphe de la classification que je préconise, pour que je ne saisisse pas la présente occasion de les mettre dûment en relief, après les avoir seulement touchées au congrès de Berlin. Or donc

(1) Dewalque, Géolog. de la Belgique, p. 241. Bruxelles, 1883. — De Lapparent, Traité de Géologie, p. 1166. Paris, 1885.

et d'abord, comment expliquer l'absence du Ligurien supérieur au-dessus du Ligurien inférieur dans tout le bassin du nord de l'Allemagne, sinon par le retrait complet de la mer? Dira-t-on que ce Ligurien supérieur doit avoir été foncièrement détruit par la mer tongrienne, dont les dépôts recouvrent encore, en quelques endroits, le Ligurien inférieur, tandis que cette même mer a épargné le premier des trois en Belgique? Comme si la mer, même la plus envahissante et la plus agitée, pouvait détruire radicalement ses derniers dépôts, dans un bassin aussi vaste que la Prusse : cette première hypothèse est insoutenable. Ou bien, est-ce que ce Ligurien de la Prusse réunirait par hasard les deux sous-étages, sans ligne de démarcation sensible, sans quelque changement de faciès pétrographique et paléontologique? Mais, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que ce bassin ligurien eût été, à l'instar du bassin aquitanien du Piémont, assez profond pour qu'un abaissement du niveau de la mer de quelques centaines de mètres n'eût eu aucune influence sur ses dépôts ; et encore! Or, ceux-ci prouvent, au contraire, qu'il n'était pas profond du tout (ce qui, naturellement, a facilité le retrait complet de la mer ligurienne inférieure) : cette seconde et dernière hypothèse est aussi insoutenable que la première. Donc, c'est bien la mer du Nord qui s'est retirée de l'Allemagne, au commencement de l'époque ligurienne supérieure, pour revenir ensuite, au commencement du Tongrien inférieur ; cela est clair et évident. Du reste, ensuite, il en a été de même, quoique à un moindre degré, dans la partie ouest du bassin du Nord : partout, en effet, à Tongres, à l'île de Wight, à Montmartre, le Ligurien supérieur ne se présente plus que sous le faciès fluviatile ou fluvio-marin, preuve que les embouchures des fleuves qui se déversaient de ce côté dans la mer du Nord empiétèrent de suite et de beaucoup



Trebbia, le Bas-Monferrat, Priabona (tuf supérieur), Oberaudorf? Nagy Kovacsi, Klausenburg) et d'autre part, des affinités de faune du falun de Lesbarritz et du grès de Barrême avec les mollasses serpentineuses de la Ligurie centrale et avec les tufs basaltiques supérieurs du Vicentin (Gnata, Montecchio-Maggiore, Sangonini, Soglio di Brin). Or, cette fois encore, la nature sableuse de la plupart de ces dépôts, leur faune côtière ou de mer peu profonde et l'absence de relations directes entr'eux et le Ligurien supérieur du Nord, nous indiquent assez clairement qu'ils se sont formés à une époque de mer relativement basse, en comparaison des mers des couches qui les encadrent.

Constitution du Tongrien inférieur ou Rupélon.

Zone nord. — L'erreur dans laquelle j'ai persisté dans mes deux derniers tableaux des terrains tertiaires, même après avoir reconnu la loi de constitution des étages, erreur qui consiste en l'admission de l'argile à septaires du nord de l'Europe comme membre et type du sous-étage supérieur du Tongrien, tout en étant la preuve peu flatteuse que je n'avais pas jusqu'alors étudié comme il faut la stratigraphie du dépôt, a pour faibles excuses, d'abord, l'exemple des géologues belges, dont le « système » rupélien se compose des deux « étages » des sables de Klein-Spauwen et des argiles de Boom, et ensuite, ma répugnance, encouragée par l'opinion de M. Sandberger (1) à considérer le calcaire à *Hélices* de Mayence comme Aquitanien inférieur, à cause de la grande rareté de l'*Helix Ramondi* Brongn. dans ce calcaire. Quoique singulièrement contrarié par le faciès de mer profonde de l'argile à septaires et de sa continuation vers le sud (l'argile ou schiste à *Amphisyle Heinrichi* Bronn et *Meletta crenata* Heck. de la Haute-Alsace, de Bâle, du pied des Alpes et des Carpathes), je faisais, pour une fois, bonne mine à mauvais jeu, en admettant que la mer tongrienne ne s'était pas retirée de l'Allemagne, au début du Tongrien supérieur et que, par exception, c'était bien à un grand « krach », survenu du pied sud des Vosges, à travers le nord du Jura, le long des Alpes et jusqu'au bout des Carpathes, qu'était due l'extension extraordinaire de la zone nord de ce Tongrien soi-disant supérieur. En abordant aujourd'hui de nouveau les questions de stratigraphie et de paléontologie relatives à la constitution du Tongrien, j'ai la grande joie de recon-

(1) Sandberger, Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, p. 437. Wiesbaden, 1863.

naître tout d'abord ma méprise au sujet de la position des marnes à *Cyrènes* de Mayence, c'est-à-dire de la place que je leur avais assignée dans l'Aquitanien inférieur, et de voir, en conséquence, l'étage tongrien parfaitement soumis, lui aussi, à la loi cosmique des étages, c'est-à-dire à la règle de l'alternance des dépôts de mer ample avec des dépôts de mer plus petite, en opposition sur chaque hémisphère.

Le Tongrien inférieur du Nord se trouve donc composé, comme du reste bon nombre de sous-étages, tant inférieurs que supérieurs (1), de deux niveaux principaux, différents, dans le centre de l'Europe, par leurs faciès pétrographiques et par conséquent par quelques espèces propres à ces faciès, mais étroitement liés par la même extension géographique et par la grande majorité de leurs faunes (2). Le premier niveau, ayant pour type les sables de Klein-Spauwen, de Berg et de Rupelmonde, en Belgique, s'étend déjà sur un immense espace à l'est et au sud, sous les aspects divers de sables blancs (Kœnigsberg), de sables gris foncé (Stettin, Magdebourg, Sœllingen, Leipzig), de sables jaunes (Alzey, Kreuznach, Eguisheim), de marnes jaunes ou bleues (Stetten, Aesch, Laufon, près de Bâle, Neucul près de Delémont, Cœuve, près de Porrentruy, les Brenets, près du Locle, Noirvaux, près de Boudry) (3), et de calcaire gréseux jaunâtre (Courgenay, Paplemont près de Porrentruy); il revêt ensuite, au pied du Salève, le faciès du grès de Fontainebleau. Il occupe en même temps une grande partie du bassin éocène de Paris, où il se présente aussi sous les aspects pétrographiques les plus divers (4). Il réapparaît dans l'île de Wight (marnes marines de Hempstead), et il est nécessaire qu'il ait jadis occupé une dépression allant de Paris à Rennes, parce que c'est le seul chemin qu'ont pu prendre le *Natica crassatina* et le *Deshayesia cochlearia* pour passer du Golfe de Gascogne dans

rieur de Paris ou de Mayence que par ce chenal temporaire. Or, comme sur tout ce vaste espace le Ligurien supérieur ou fait défaut, ou n'a plus le faciès marin, cette distribution des premiers dépôts tongriens indique derechef une nouvelle et grandiose, quoique peu puissante, invasion de la mer du Nord et permet déjà de présumer les deux faits suivants, que les faunes de Santa-Giustina et d'Oberaudorf vont nous prouver : 1° que cette mer se réunit à la Méditerranée par le chenal de la vallée du Rhône; 2° qu'elle traversa le Jura et la dépression nord-subalpine, pour se réunir aussi à la Méditerranée par le bassin du Danube (1), puisque dans la faune d'Oberaudorf, près de Kufstein, le *Cardium angulifer*um Sandb., le *Cyrena semistriata* Desh., le *Corbula Henkeliusi?* Nyst. et le *Corbula subpisiformis* Sandb., espèces du Nord, accompagnent dans les marnes et mollasses bleues, superposées au Ligurien supérieur, le *Diastoma Grateloupi* d'Orb. et le *Cerithium calculosum* Bast., espèces du Sud.

Le second niveau du Tongrien inférieur, l'argile de Boom ou à septaires, suit le premier niveau dans toute sa région orientale, tout en le débordant sur plusieurs points (Kreuznach, pied sud du Taunus, Eckardroth, Cassel), grâce à l'amplitude majeure de la mer qui le déposait. Mais, dans le bassin jurassique, au lieu de suivre le Jura comme son prédécesseur (à moins d'y avoir été complètement détruit, comme à l'est de Bâle), il tourne de Belfort, comme lui, vers l'Est, pour se prolonger, par Obersiegsdorf, près de Traunstein (schistes à *Meletta crenata* sous l'Aquitanien inférieur du Thalberg), jusqu'en Carinthie, en Moravie et dans le sud de la Galicie, contrée d'où les schistes à *Amphisyle Heinrichi* et *Meletta crenata* sont connus depuis longtemps et signalés en beaucoup d'endroits. Il n'est donc pas douteux non plus qu'à la seconde phase de l'époque tongrienne inférieure, la mer du Nord se déversa aussi et par un plus large canal, puisqu'elle était encore plus ample, dans la partie est de la Méditerranée.

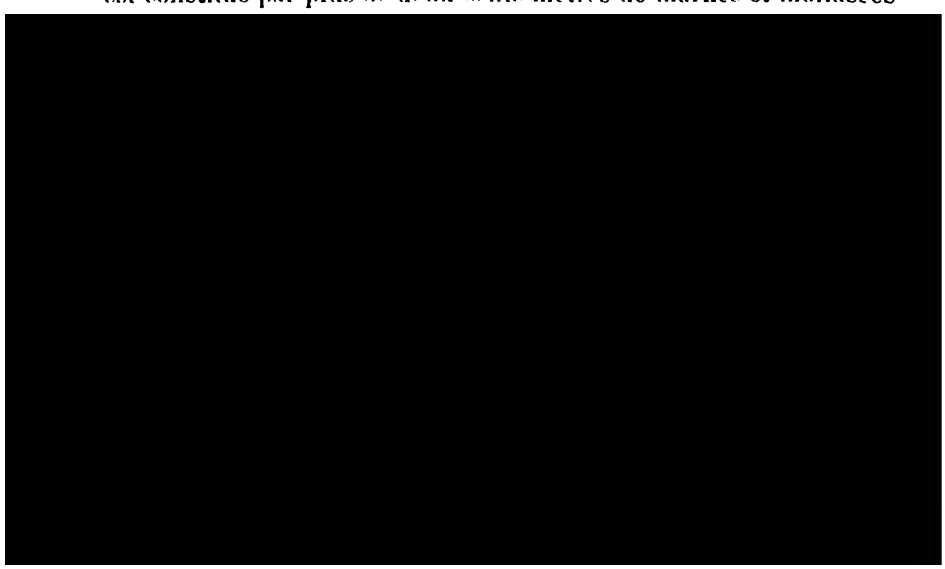
Dans le bassin de Paris, où le fond de la mer devint de plus en plus sableux, grâce à la destruction des concrétions siliceuses des dépôts antérieurs et sans doute aussi à la silice qu'apportait la Loire, le niveau de l'argile à septaires est, tout naturellement, encore représenté par des sables et dès lors moins nettement séparé du niveau inférieur. Néanmoins, c'est nécessairement à lui qu'appartiennent les sables peu coquilliers de la ville d'Étampes et de la

(1) Ne pas confondre ce Tongrien inférieur d'Oberaudorf avec l'Aquitanien inférieur qui longe le pied des Alpes, beaucoup plus au Nord.

côte Saint-Martin, puisque ces sables font suite, vers le haut, aux couches de Jeurre et de Morigny et finissent par être recouverts par le Tongrien supérieur d'Ormoy. Or, comme ces couches intermédiaires se retrouvent en maint endroit élevé, autour de Paris, à Montmartre, Romainville, Argenteuil, La Ferté-Aleps, il s'ensuit que, dans le bassin de l'ouest aussi, la mer du Nord a augmenté sa colonne d'eau à la seconde phase du Rupélon.

Zone Sud. Comme les nombreux dépôts de cette zone n'ont encore été, que dans bien peu de cas, distingués comme ils le méritent de ceux qui les encadrent, je crois devoir m'arrêter, cette fois, un peu plus longtemps à leur sujet, car il est important de démontrer qu'eux aussi tranchent presque partout, par leur faciès de dépôt de mer profonde, sur les assises qui les supportent, comme sur celles qui les recouvrent.

Commençons nos investigations par l'Aquitaine. Tandis qu'à l'époque ligurienne supérieure le bassin de Bordeaux était occupé par un grand *lac*, dans lequel se formèrent le calcaire et la mollasse à *Nystia Duchasteli* dits du Fronsadais, ce bassin se transforma subitement, au début de l'âge tongrien, en un *golfe*, où se déposa le calcaire à *Astéries* inférieur, constitué aux environs de Bourg par des marnes blanchâtres et, à Bordeaux même, par des marnes bleu foncé, identiques par leur faune avec les marnes bleues de Gaas et avec celles de la Chausserie, près de Rennes (1). Voilà, certes, un bel exemple de l'invasion de la mer et d'une mer assez profonde, au début d'un nouvel âge géologique ! Tandis encore qu'à Biarritz le Ligurien supérieur consiste en un dépôt sablonneux peu puissant, le Tongrien inférieur qui lui succède sous le Casino est constitué par plus de deux cents mètres de marnes et mollasses



du pied des Pyrénées centrales est une formation d'eau douce. Ici, nous tombons d'abord sur la coupe de Barrême, relevée par Garnier et Tournouër (1). Or, rien n'est plus clair que cette coupe; elle nous offre, en effet, au-dessus du flysch et des grès et poudingues à faune de Lesbarritz, une série d'assises marno-schisteuses, contenant à leur base le *Melania semidecussata* Lam., espèce très caractéristique du Tongrien, et au-dessus, une nouvelle série, plus calcaire, avec *Bythinia Dubuissoni* Bouill. (*Melan.*) et *Cerithium submargaritaceum* Braun, c'est-à-dire le Tongrien supérieur, identique à celui d'Aix en Provence (2). Ainsi donc, ici encore, le Tongrien débute soit par des roches marneuses, soit par un dépôt d'eau profonde, tandis que le Ligurien supérieur est constitué par des roches sableuses et le Tongrien supérieur par un calcaire d'eau douce.

Étudions ensuite la belle coupe de la colline du Vit, près de Castellane (3), localité des plus intéressantes sous plusieurs rapports et surtout sous celui du mélange qu'offre la faune du Tongrien inférieur, à l'instar de celle du Tongrien supérieur de Biarritz. Il y a là, au-dessus des quelques mètres visibles de marnes à *Foraminifères*, une trentaine de mètres de grès marneux et schisteux, verdâtres et jaunâtres, riches par traînées en petites *Nummulines* et correspondant ainsi au flysch de Barrême; puis viennent trois mètres de mollasse jaune, à moules de coquilles indéterminables, mollasse que l'on peut placer, sans risque d'erreur, au niveau du grès jaune de Barrême. Dès lors, il faut bien que les douze à quinze mètres de marnes bleues qui succèdent représentent le Tongrien inférieur, puisqu'elles sont à ce niveau stratigraphique, qu'elles en ont le faciès de dépôt d'eau profonde et une bonne partie de la faune méridionale et enfin puisqu'elles sont, à leur tour, recouvertes par les quinze mètres et plus de calcaire blanc à *Bythinia Dubuissoni*, qui forment le sommet du Vit.

Arrivés enfin en Italie, ne nous arrêtons point dans le Vicentin, puisque, par exception, cette contrée volcanique ne nous offre point, sauf à Monteviale, de types de dépôts de mer profonde, mais hâtons-nous de passer à l'Apennin ligurique, où nous attendent des faits éminemment concluants.

Par un contraste frappant avec le Ligurien supérieur de la Ligurie

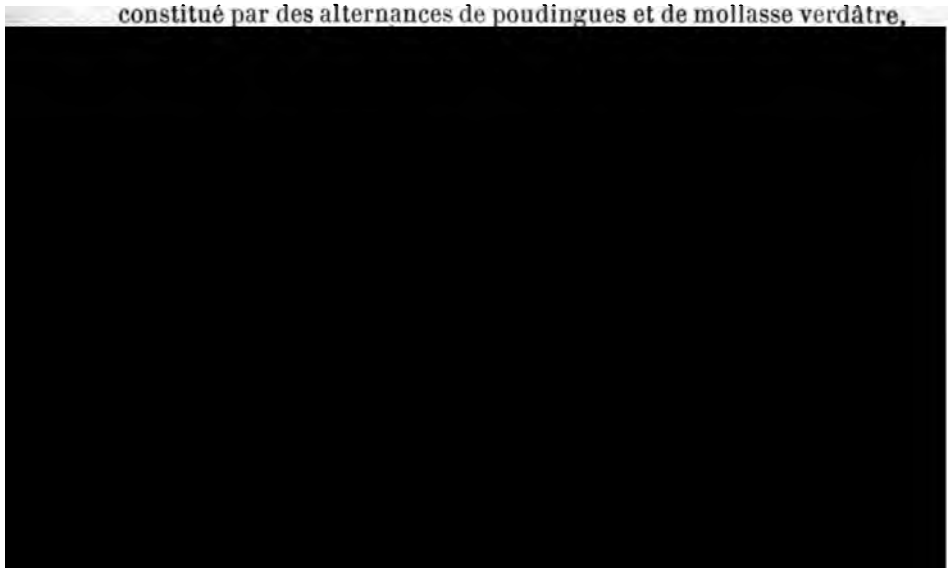
(1) Tournouër, Ibidem, p. 303.

(2) Fontannes, Études stratigraphiques, etc. Le groupe d'Aix, p. 127. Lyon et Paris, 1885.

(3) Tournouër, Loc. cit., p. 707.

et du Bas-Monferrat, (constitué, comme on sait, par des masses de poudingues (1) avec des bancs de mollasse et, surtout vers le haut, des marnes micacées, vert-grisâtre), le Tongrien inférieur, au moins celui de la première région, et à l'exception de Santa-Giustina et de Sasselo — localités du détroit qui, à cette époque, réunissait le bassin du Pô au bassin méditerranéen proprement dit — est formé par une série quelquefois puissante de marnes blanc-verdâtre, très fragmentables, singulièrement homogènes et extrêmement pauvres en fossiles, sauf à leur base où il y a passage insensible au Ligurien supérieur (2). Les quelques espèces suivantes, que j'ai recueillies sans chercher longtemps, au beau milieu de la série, au sud de Ponzone et à Castel dei Ratti à l'est de Serravalle : *Cytherea splendida* Mer., *Tellina Nysti* Dsh., *Corbula subpisiformis* Sandb., *Teredo anguina* Sandb., *Bulla crassiplicata* M.-E. *Pleurotoma Parkinsoni?* Dsh. et *Autria Aturi* Bast. (*Naut.*), ne prouvent, pour le moment, qu'une chose, c'est que le dépôt est bien du Tongrien marin. Or, cette masse de marnes homogènes, pauvres en fossiles, indique de la manière la plus certaine une mer ample succédant à une mer beaucoup plus restreinte. La preuve que cette augmentation de la colonne d'eau a été due surtout au flux envahisseur des mers du Nord nous sera donnée par la coupe et la faune tongrienne inférieure de Santa-Giustina.

Le petit bassin de Santa-Giustina,au-dessus de Savone, est creusé dans la serpentine et aussi aux dépens du flysch, dont une étroite bande l'entoure encore en demi-cercle, du côté ouest, c'est-à-dire sur le versant est du mont Tamburro. Le fond de ce bassin, en aval et à l'ouest du village, est occupé par le Ligurien supérieur, à faciès ambigu, peut-être de lagune et en tout cas d'eau peu profonde, et constitué par des alternances de poudingues et de mollasse verdâtre,



En admettant comme dernière assise de ce Ligurien supérieur les trois mètres de mollasse brunâtre qui, ici comme entre Sassello et la Maddalena, contiennent un grand nombre de fragments de feuilles, le Tongrien inférieur qui succède se trouve constitué de la manière suivante : dix mètres de mollasse gris-clair verdâtre, à parties légèrement concrétionnées, comme partout en Ligurie à ce niveau, mollasse à peu près sans fossiles, sauf dans la partie supérieure (couche n° 11 de la coupe), où il y a une traînée de *Natica crassatina*; environ trente mètres de mollasse plus tendre, gris-clair, à peu près sans fossiles, au-dessus desquels on trouve trois mètres de marnes schisteuses et micacées, gris-foncé, dans lesquelles abondent les *Psammobies*, le *Cyrena Michelottii* et le *Cytherea incrassata* (n° 13); viennent ensuite huit mètres environ de marnes gris-bleuâtres, sans fossiles, un banc coquillier (n° 15), épais de deux à trois mètres et constitué par une mollasse grossière, passant par place à un conglomérat de petits cailloux, de même couleur brunâtre. A ce banc, très riche en *Natices*, en *Cérithes* et en *Mélongènes*, succèdent cinq mètres de mollasse grise, avec quelques traînées de cailloux; un banc de coraux, du genre *Calamophyllia*, je crois; dix-huit mètres de mollasse grise avec de petits cailloux épars; un petit lit de poudingues bruns, à *Cerithium margaritaceum*; enfin, vingt mètres de mollasse gris-clair verdâtre, à bancs alternativement plus durs; et la coupe se termine, aux environs des nouveaux forts, par environ vingt-sept mètres de poudingues roux, à gros éléments, avec, au-dessus des treize premiers mètres (n° 23), quelques plaques de mollasse gréseuse riches en *Nummulina aquitanica* M.-E., seu *complanata*, Bast. (*Operculina*), non Lam., et une faune très remarquable dans la partie supérieure, malheureusement aujourd'hui enlevée ou cachée par le fort qui barre la route. Or, pour des raisons de stratigraphie aussi bien que de paléontologie, je considère ces vingt-sept mètres de poudingues rougeâtres comme du Tongrien supérieur et comme le dépôt d'une baie de la Méditerranée et non du bassin piémontais de l'époque.

Maintenant qu'il est démontré, par les faciès pétrographiques, que le Tongrien inférieur de Santa-Giustina contraste selon la règle avec le Ligurien supérieur et le Tongrien supérieur de l'endroit, sa faune va nous donner cette autre preuve que la mer du Nord de l'époque communiquait directement avec le bassin méditerranéen. Voici donc les espèces de ce Tongrien inférieur que j'ai recueillies jusqu'à présent (sauf une seule, le *Cytherea splendida*, au Musée universitaire de Gênes) et qui se trouvent définitivement classées au Musée fédéral de Zurich. (Les espèces nouvelles sont publiées dans le *Journal de Conchyliologie*. Paris, 1893).

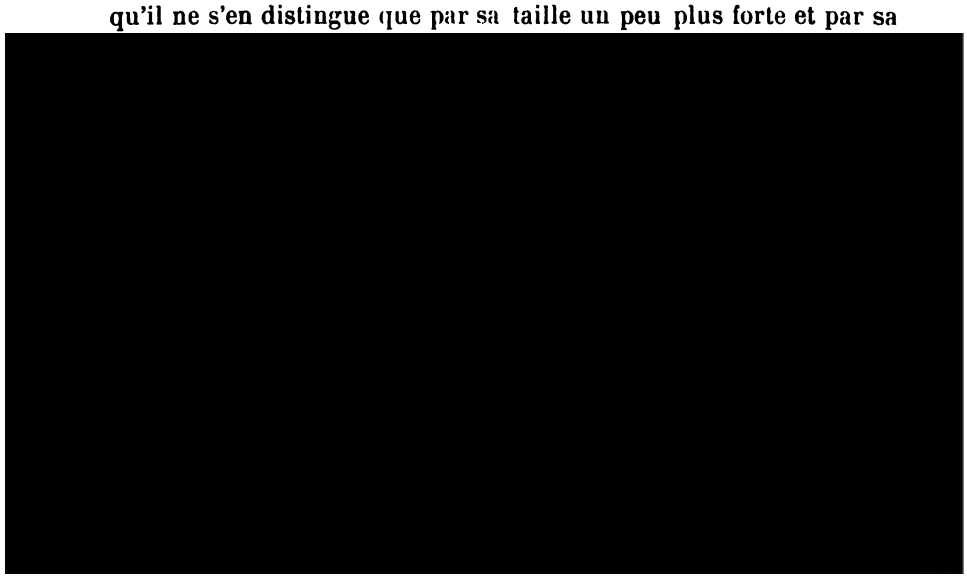
	Ste Giustina	Plus bas	Ton. Inf. Nord	Tong. Inf. Sud	Plus haut
1. *Ostrea* (*Gryphæa*) *Brongniarti* Bronn	1	4		5	
— *cyathula* Lam	1		3	4	4
— — var. = *fimbriata* Grat	5		2	5	
— *rudicula* Delb. et Raul	1	3		5	
5. *Pecten* (*Neithea*) *arcuatus* Broc. (*Ostr.*)	3	5		4	2
— *Bernensis* M.-E	2	4		2	
— *Biarritzensis* d'Arch	3	4-5		4-5	
— *Gravesi* d'Arch	2	2		2	
— *tripartitus* Dsh. = *subtripartitus* d'Arch	2	5		4-5	
10. *Lima Sandbergeri* Dsh	1		2		
— *triangula* M.-E. Espèce nouvelle	1				
Arca kurracheensis d'Arch. = *anceps?* Mich^{u}	2	2		?	
— *pretiosa* Dsh	1		2		
— *rustica* M.-E. Espèce nouvelle	1				
15. *Pectunculus bormidianus* M.-E. = *Lugensis* Fuchs.	2	5		?	3
— *Brongniarti* M.-E	2	3		4	4
Astarte scabra? Mich^{u}	1	2			
Lucina gracilis? Nyst	3	3	?		
— *miocœnica* Mich^{u}, p.p.	3	3			4
20. — *Omaliusi?* Dsh	1		3		
— *Perrandoi* M.-E. Espèce nouvelle	2				
Axinus sinuosus Don. (Ven.) = *unicarinatus* Nyst	2	4	3		4
Cardium comatulum? Bronn	1		2		2
Isocardia (*Callocardia?*) *corrugata*. M.-E. Esp. nouv.	1				
25. *Cyrena circumsulcata* M.-E. Espèce nouvelle	3				
— *Michelottii* M.-E. Espèce nouvelle	5	2-3		2	
Cytherea incrassata Sw. (Ven.)	5	4	5	3	4
— *splendida* Mer	1	3	5	2	3
Venus Justinensis M.-E. Espèce nouvelle	3				
30. — *Michelottii* M.-E. Espèce nouvelle	1				

		Ste Giustina	Plus bas	Ton. Inf. Nord	Tong. Inf. Sud	Plus haut
45.	*Corbula gibba* Ol. (Tel.) = *subpisiformis* Sdb. et *deleta* Dsh.	4	4	4	5	5
	Teredo anguinea Sandb., em.	3		2		
	Natica Josephinæ Ris	2	3		2	5-4
	— *Nysti* d'Orb.	2	4	5	3	3
	— *Saccoi* M.-E. Espèce nouvelle	1				
50.	— (*Ampullina*) *crassatina* Dsh. (*Ampul.*)	5	3	4	4	3
	— — *gibberosa* Grat. = *Garnieri* Bay, var.	2	4		3	4-5
	Melania (*Bayania*) *semidecussata* Lam.	3		4-5	4	
	Cerithium Charpentieri Bast. = *Trinitense* Fuchs., var.	1			3	4
	— *trochleare* Lam., var. = *Diaboli* Brongn.	4	4	5	3	
55.	— *lamellosum* Brug., var. = *aquitanium* M.-E.	2	4-5		3	3
	— (*Potamides*) *bidentatum* Defr., var. = *gibberosum* Grat.	2	3		3	4
	— — *Lamarcki* Brongn. (*Pot.*)	2		4		5
	— — *margaritaceum* Broc. (Mur.), typus.	4	3	3	4	5
	— — — var. *monilifera*	3	3	?	3	3
60.	— — — var. *calcarata* (1)	5	?	?	?	5
	— — *plicatum* Lam.	4	5	5	4	5
	Melongena (*Myristica*) *laxecarinata* Mich^{u} (Fus.)	4				
	Strombus Perrandoi M.-E. Espèce nouvelle	1				
	Nummulina Fichteli Mich^{u}	3	5			3
65.	— *intermedia* d'Arch.	2	5			

Si déjà un premier coup-d'œil sur cette liste nous montre le fait significatif que dix de ses espèces, à savoir les numéros 10, 13, 20, 23, 34, 39, 43, 46, 57 et 60, ne sont connues que du Tongrien du Nord ou plus haut, et manquent ainsi au Tongrien inférieur tant du sud-ouest que du sud-est de l'Europe, l'étude plus détaillée de la distribution et des rapports de certaines espèces va nous indiquer de la manière la plus sûre le chemin que ces espèces ont pris pour venir à Santa-Giustina, ou pour aller de là dans le Nord. Examinons, par exemple, de plus près, l'*Ostrea cyathula* et sa variété méridionale, l'*O. fimbriata* : Les deux fossiles ne se distinguent, comme on sait, ni par la taille, ni par la forme, ni par la charnière, ni par l'impression musculaire, et la valve supérieure,

(1) C'est sans doute par suite d'une confusion de localités de la part de M. Michelotti que M. Sandberger cite cette variété du Ligurien supérieur ou du Tongrien inférieur de Dégo, car je ne l'y ai jamais trouvée, pas plus qu'à Mioglia ou aux Carcare. Je ne connais de même le *Cerithium margaritaceum*, ni de Gaas, ni d'une autre localité ligurienne ou tongrienne du département des Landes.

en particulier, est exactement la même de part et d'autre; mais le type parisien n'a d'ordinaire que de trente-cinq à quarante côtes, assez larges, peu élevées, arrondies, inégales et légèrement écailleuses, tandis que l'*O. fimbriata* a d'ordinaire une cinquantaine de côtes, étroites et élevées assez égales et plus ou moins crénelées. Or, j'ai sous les yeux un exemplaire de l'Huître de Jeurre qui a, lui, quarante-cinq côtes, assez étroites sur le dos et légèrement crénelées sur le côté antérieur; j'ai, de Romainville, un *Ostrea cyathula* qui a au moins cinquante côtes, en partie très serrées; enfin, j'ai d'Aesch, près de Bâle, entr'autres, une valve d'*O. cyathula* à quarante-cinq côtes, étroites et élevées, sensiblement carrées et partant plutôt crénelées qu'écailleuses, tout à fait à l'instar de maint *O. fimbriata:* l'ensemble de ces faits prouve donc à l'évidence que l'*O. fimbriata* n'est que la variété méridionale de l'*O. cyathula*, et la valve d'Aesch citée indique en second lieu, déjà à elle seule, que c'est bien le long du Jura et des Alpes occidentales qu'avait lieu la communication entre la mer du Nord et la Méditerranée de l'époque. Prenons un autre exemple, tout aussi topique : Puisque le *Tellina Nysti* n'est connu, au-dessous de l'Aquitanien, ni dans le sud-ouest, ni dans le sud-est de l'Europe, tandis qu'il est répandu dans les deux sous-étages tongriens, aussi bien du Nord que de l'Apennin ligurique, il est clair qu'il a passé de Delémont à Santa-Giustina par le canal rhodanique (1). Prenons encore *Tellina reducta* M.-E. L'espèce n'est, à vrai dire, qu'une variété extrême et rabougrie du *Tellina Nysti*. Or, c'est justement à Neucul, près de Delémont, que ce dernier présente des spécimens plus courts en arrière que le type. Prenons enfin *Tellina Perrandoi* M.-E. : l'on peut dire que c'est la variété du climat chaud du *T. Raulini*, puisqu'il ne s'en distingue que par sa taille un peu plus forte et par sa



saient pas, je puis encore annoncer que je connais maintenant du grès blanc du pied du Salève cité par M. M. Favre à la réunion de la Société géologique de France à Genève, en 1875, en outre de nombreux *Cerithium plicatum*, de nombreux *Corbula subpisiformis*, et quelques empreintes étirées qui ne peuvent guère appartenir qu'à *Cytherea incrassata*, jalonnant ainsi, jusque dans la vallée du Rhône, le canal jurassique de la mer tongrienne. Par les démonstrations que je viens de faire, je pense avoir prouvé aux géologues les plus exigeants qu'à l'époque tongrienne inférieure la mer du Nord communiquait directement, c'est-à-dire à travers la partie ouest du centre de l'Europe, avec le bassin méditerranéen, tout comme elle l'avait, du reste, déjà fait aux premières époques des quatre derniers des âges nummulitiques précédents.

Constitution du Tongrien supérieur ou Langonin.

Zone Nord (1). — En se retirant de nouveau du nord de l'Allemagne, de la Belgique et du nord de la France, la mer laissa remplis les trois bassins réduits de Mayence, de Paris et de Rennes, bassins plus ou moins vite complètement clos, dans lesquels la faune, tout en gardant un nombre considérable d'espèces du Tongrien inférieur, ne tarda pas à se modifier par ses nombreuses pertes, ainsi que par l'arrivée ou le développement d'espèces des eaux douces et des eaux saumâtres. En effet, l'âge tongrien supérieur des marnes à *Cyrènes* de Mayence, en premier lieu, est fixé par leur faune marine toute tongrienne, par leur transition lente au Tongrien inférieur sous-jacent ; enfin, par leur identité de position avec les sables d'Ormoy, sans parler de l'abondance, de part et d'autre, du *Cerithium Lamarcki* et du *Bythinia Dubuissoni*, espèces caractéristiques du Tongrien supérieur, au moins par le grand développement qu'elles y ont pris. Il va de soi, de même, que les sables d'Ormoy constituent le niveau supérieur du Tongrien, puisqu'ils sont, eux aussi, recouverts par l'Aquitanien inférieur à *Helix Ramondi*. Quant au calcaire blanc de la Chausserie et de Saint-Jacques près de Rennes, la preuve qu'il dépend du Tongrien supérieur est encore bien facile à donner. D'abord il en a

(1) Voyez Sandberger, loc. cit., p. 432. — Lepsius, loc. cit., p. 78. — Meunier, loc. cit., p. 340 (Dans cette coupe, le Tongrien supérieur commence avec la couche n° 2 et finit avec la couche n° 4). — De Lapparent, loc. cit., p. 1169. — Tournouër, in *B. S. G. F.*, 2e série, 1868, p. 367.

les deux espèces les plus caractéristiques, à savoir : le *Cardita Basteroti* (1) et le *Cerithium Lamarcki* ; ensuite il repose sur les marnes bleues, à *Natica crassatina* et *N. angustata*, du Tongrien inférieur, et de plus, sa faune compte un grand nombre d'espèces bien plus caractéristiques du Tongrien supérieur du sud-ouest de la France que du Tongrien inférieur de cette contrée. Et du reste, ce calcaire marin passe, à la Chausserie, vers le haut, à un calcaire lacustre, dont l'âge ne peut pas être plus récent que l'Aquitanien inférieur.

Zone sud. — Dans l'Aquitaine, abstraction faite de Biarritz, le Tongrien supérieur se distingue du Tongrien inférieur, d'abord par certaines espèces caractéristiques et communes, telles, avant tout, le *Cardita Basteroti* et le *Cerithium Charpentieri*, puis, par l'apparition ou la réapparition d'un certain nombre d'espèces soi-disant miocènes (sensu primitivo), telles : *Lucina columbella*, *L. incrassata*, *Lutraria latissima*, *L. sanna*, *Protoma cathedralis*, *Turritella Desmaresti*, *Xenophora Deshayesi*, *Natica helicina*, *Cerithium calculosum*, etc. Sous ces deux rapports, la faune du calcaire à Astéries supérieur du département de la Gironde (Bourg, Castillon, Léognan, la Brède, Saint-Morillon, Langon) a beaucoup de ressemblance avec celle des marnes *sableuses* bleu clair ou grisâtres de la métairie du Tartas, à Gaas, qui surmontent les marnes bleues *argileuses*, tongriennes inférieures, du même endroit et des environs. Or, la roche déjà un peu siliceuse, dans l'est de la Gironde, aussi bien que les fossiles plus abondants, démontrent que ce Tongrien supérieur de l'Aquitaine s'est, lui aussi, déposé dans une mer moins profonde qu'elle ne l'était immédiatement auparavant.

Il est sans doute plus difficile de reconnaître à Biarritz et d'y limiter le Tongrien supérieur, vu que, en opposition avec les dépôts

gréseux dominent déjà de beaucoup sur les marnes bleues intercalées.

Après ce que j'ai rappelé ci-dessus au sujet du Tongrien supérieur de la Provence, je n'ai plus à m'en occuper ici et je puis en venir au dernier paragraphe de ma démonstration stratigraphique, à l'exposition concluante des caractères du sous-étage dans la Haute-Italie.

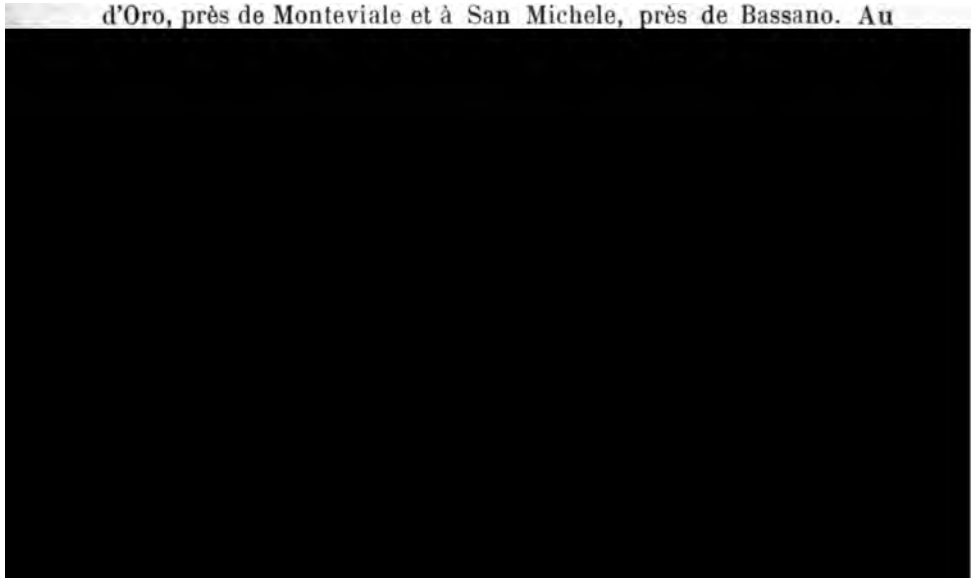
Sans m'arrêter à citer tout au long la belle et curieuse faune mélangée des poudingues roux de Santa-Giustina, je rappellerai seulement que déjà le faciès pétrographique du dépôt prouve, une fois encore, qu'ici aussi la mer tongrienne a dû beaucoup perdre en profondeur au début de la seconde époque, et je ferai remarquer en passant que cet amas de poudingues, par son contraste avec les calcaires blancs ou les marnes calcaires grises de l'autre côté de l'Apennin, prouve que le bassin de Santa-Giustina était, à la nouvelle époque, séparé de celui du Piémont; et j'en arrive aux données prégnantes qu'offre de nouveau à ma thèse la constitution du Tongrien supérieur piémontais et vicentin.

Comme je l'ai montré, tant sur ma carte géologique de la Ligurie centrale, exposée à Paris en 1878, que dans les deux notices à son sujet (1), il y a tout le long de l'Apennin piémontais, au-dessus de la masse homogène du Tongrien inférieur, comme un ruban et quelquefois comme un mur de soubassement d'une roche toute différente, dure tout à coup, mais de constitution très variable, à savoir : tantôt à bancs de mollasse et lits de poudingues (Arquata); tantôt calcaire et blanche ou grise, à grains verts (environs d'Acqui), riche alors en *Nullipores;* tantôt marno-schisteuse, à concrétions gréseuses multiformes (environs de Dégo, de Spigno, etc.); cette roche sépare ainsi de la manière la plus claire la masse sous-jacente de l'énorme masse, à alternances interminables de bancs de mollasse et de marne, qui constitue l'Aquitanien de la Ligurie et du Haut-Monferrat. Or, ce niveau stratigraphique, par ses roches toutes à faciès littoral, aussi bien que par ses fossiles en maints endroits aussi nombreux que variés, porte, lui aussi, le franc cachet d'une époque de mer peu profonde. Mais ce Tongrien supérieur subapennin, en même temps qu'il reflète si bien les circonstances nouvelles dans lesquelles a eu lieu son dépôt, offre aussi, sous le rapport paléontologique, un intérêt particulier. Et d'abord, il pos-

(1) Sur la carte géolog. de la Ligurie centrale (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. V, 1877). — Zur Geologie des mittl. Ligurien. (*Vierteljahrsschr. Zürcher. naturforsch. Gesellsch.*, 1878).

sède un bon nombre d'espèces plus anciennes, telles : *Nummulina Fichteli* (1) Mich^ti (Acqui-M^te Cavatore), *Ostrea gigantea* Sol. (Arquata), *Pecten arcuatus* Broc. (Molare), *P. deletus* Mich^ti (Visone, Acqui-M^te Cavatore), *Pectunculus bormidianus* M.-E. (Acqui), *P. Brongniarti* M.-E. (Acqui-M^te Cavatore), *Trigonocelia Goldfussi* Nyst. (Arquata), *Cytherea incrassata* Sow. (Acqui), *Tellina Nysti* Dsh. (Sale), *T. subrotunda* Lam. (Sale), *Thracia Crossei* M.-E. (Acqui), *Natica auriculata* Grat. (2) (Acqui-M^te Cavatore). *Natica Nysti* Dsh. (Arquata), etc.; ce qui prouve, certes, que c'est bien encore du Tongrien. Mais, outre ces espèces, on en rencontre un certain nombre d'autres se trouvant à ce niveau pour la première fois, ou plus communes plus haut que plus bas, telles : *Lima miocœnica* Sism. (Visone), *Arca Fichteli* Dsh. (Acqui, Arquata), *Thracia pubescens* Pult. (Acqui-M^te Cavatore), *Dentalium Bouei* ? Dsh. (Arquata), *Ficula Burdigalensis* Sow. (Molare), etc. C'est donc exactement le même mélange d'espèces nummulitiques et d'espèces mollassiques, en moindre nombre, que nous a déjà offert le Tongrien supérieur du sud-ouest de la France. Et comme personne ne songe à placer le calcaire à *Astéries* supérieur dans l'Aquitanien, c'est à grand tort que quelques géologues italiens y ont englobé son analogue du Piémont, sans tenir compte au moins de la grande différence de roches qui existe entre les quelques mètres de ce dépôt et les centaines de mètres de l'Aquitanien qui y succèdent.

Mais si le calcaire à *Nullipores* des environs d'Acqui et sa prolongation à l'ouest et à l'est représentent le Tongrien supérieur, il doit nécessairement en être de même de celui du Vicentin, puisque celui-là occupe une position identique, c'est-à-dire puisqu'il succède immédiatement aux couches de Castelgomberto, comme à Bocca d'Oro, près de Monteviale et à San Michele, près de Bassano. Au



qui apparaît dans le Ligurien supérieur, à Dégo, le *Pecten corneus* Sow. et le gros *Teredo Tournali* Leym. Quant aux autres espèces actuellement connues de ces gisements : *Scutella subrotunda* Lam., *Echinolampas conicus* Laube, *Clypeaster Michelottii* Laube, *Cl. placenta* Mich^ti, *Cl. regulus* Laube, *Cytherea incrassata* Sow., *Venus nux*, Gmel., *Thracia pubescens* Pult., *Xenophora extensa* Sow., *Turritella Sandbergeri* M.-E., elles remontent toutes des terrains nummulitiques, lorsqu'elles ne sont pas locales. Dès lors, il est à peine besoin de rappeler qu'il y a plusieurs espèces de *Scutelles* et de *Clypéastres* nummulitiques, et qu'entr'autres le *Scutella subrotunda* et le *Clypeaster placenta* apparaissent dès le Ligurien supérieur du Piémont, pour détruire la légende que le calcaire à *Nullipores* du Vicentin inaugure le système mollassique, lui qui n'a aucune ressemblance avec l'Aquitanien de quelque contrée que ce soit.

Je répète donc ce que j'ai déjà dit ailleurs : Les étages Aquitanien, Langhien et Helvétien, partie inférieure, manquent dans le Vicentin et ce n'est qu'à partir de l'Helvétien moyen (mollasse à nombreuses dents de *Squales*), qui, aux environs de Bassano, recouvre les couches de Schio, que reprend, dans la Vénétie, la série des dépôts tertiaires.

Nomenclature stratigraphique.

Aucun des soixante-six étages à distinguer aujourd'hui dans la série purement sédimentaire n'a une nomenclature aussi embrouillée que les deux étages dont il est ici question. Sans parler de la terminologie surannée, où les limites assignées aux groupes Eocène, Oligocène et Miocène varient presque suivant chaque auteur qui l'adopte et chaque bassin géologique (1), la nomenclature uniforme et homophone, introduite dans la Géologie par Alexandre Brongniart et généralisée par Alcide d'Orbigny, nous offre elle aussi, au sujet du Ligurien et du Tongrien, une synonymie assez compliquée. Si nous remontons à la source de cette complication, nous la trouvons en la nomenclature employée par Dumont, dans sa carte géologique, pour ses « étages » locaux et qui, pour la plupart, se trouvent mal délimités. C'est que cette nomenclature, n'ayant de prime abord pas eu d'autre destination que celle de fixer dans la mémoire

(1) Voyez entr autres De Lapparent, Traité de Géologie, 1885, p. 1164. — Fontannes, cité au n° 21.

TABLEAU des principaux dépôts li

	N. DE LA FRANCE	BELGIQUE	MAYENCE
Langonin	Grès de Fontainebleau; sables à *Cardita Basteroti* et calcaire d'eau douce d'Ormoy. Calcaire à *Cardita Basteroti* des environs de Rennes.	—!	Marnes à (*mistriata* rons de M la Wetter Grand-Duc
Rupelon.	B. Sables blancs entre Etampes et Ormoy. A. Sables fossilifères, dits de Fontainebleau. Marne bleue, à *Natica crassatina* des environs de Rennes.	B. Argile à *Leda Deshayesi* de Boom, Bæsele, Rupelmonde. A. Sables de Berg, Klein-Spauwen, Vieux-Jonc, etc.	B. Argile à *hayesi* de de Mayenc *Amphisyl* A. Sables des envir yence. Ma caires ton environs d lémont, P Neuchâtel
Henisin	Calcaire d'eau douce et meulières de la Brie. Marnes vertes ou jaunes, à *Cyrena semistriata*, de Montmar-	Argile verte et sables fins, à *Bythinia Duchasteli* et *Cyrena semistriata*, de Hénis, Vieux-Jonc, Vliec. Klimmen, etc.	Calcaire à *Duchasteli* wyl, près d

...riens du centre de l'Europe.

...ALLEMAGNE	S.-O. DE LA FRANCE	PROVENCE	HAUTE-ITALIE
—!	Calcaire à *Astéries* supérieur à *Cardita Basteroti*. Marnes sableuses de Gaas, à *Cardita Basteroti*. Mollasse supérieure de Biarritz.	Calcaire d'eau douce, à *Bythinia Dubuissoni*, du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes (Barrême et Castellane).	Poudingues roux, à *Cardita Basteroti*, de Santa-Giustina. Calcaire à Nullipores d'Acqui, etc. Calcaire à Nullipores (couches de Schio) du Vicentin.
...à *Leda Des*... ...argile à sep... ...du nord de ...gne. ...s roux ou ...Stettin, Neu... ...agdebourg, ...Sœllingen.	Calcaire à Astéries inférieur et marnes bleues, à *Natica crassatina*, de la Gironde. Marnes bleues de Gaas. Cazordite, Lesperon. Marnes bleues, à bancs gréseux, du Casino au Phare, à Biarritz.	Marnes supérieures à peu près sans fossiles, des environs d'Aix, Apt, Manosque, Pertuis. Marnes marines supérieures de Barrême. Marnes bleues à *Ostrea Brongniarti*, de Castellane.	Marnes à *Natica crassatina* de Ste-Giustina et de Sassello. Marnes gris clair - verdâtre, pauvres en fossiles, sauf à leur base, de l'Apennin piémontais et du Bas-Monferrat. Couches dites de Castelgomberto, du Vicentin, etc.
—!	Calcaire du Fronsadais, à *Bythinia Duchasteli*. Marnes à *Palæotherium* de Bonzac. Sables à *Numm. intermedia* et *Fichteli* du Tuc du Saumon, de Lesbarritz et de Biarritz. Falun blanc de Lesbarritz, à Gaas.	Calcaire à *Cyrena semistriata*. Calcaire à *Bythinia Duchasteli* des environs d'Aix, Apt, Manosque, Pertuis, etc. Grès à *Numm. Fichteli* et *intermedia* de Branchai. Grès jaune de Barrême. Mollasse jaune de Castellane.	Poudingues et Mollasse serpentineuse inférieure de l'Apennin ligurique et du Bas-Monferrat. Tuf basaltique de Gnata, Montechio-Maggiore, Sangonini, Soglio di Brin, etc.
...auconifères, ...entilabrum ...le l'Allema... ...ères ferrugi... ...Ostrea ven... ...des envi... ...Kœnigsberg.	Mollasse du Fronsadais. Marnes inférieures de Civrac. Grès à *Chondrites Targionii* de Très Pots-Cachaou, à Biarritz.	Marnes noires d'Aix. Argile et sables gypseux d'Apt. Flysch des Hautes-Alpes, des Basses-Alpes (Barrême, Castellane) et des Alpes-Maritimes, (de Puget, La Mortola), etc.	Macigno, à *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii*, de l'Apennin, à bancs calcaires fossilifères, dans le Bas-Monferrat. Grès et poudingues de Laverda et de Valrovina, près Bassano.

la série des dépôts tertiaires de la Belgique, ne fut point accompagnée de listes de fossiles au moins suffisantes pour permettre aux géologues non belges de reconnaître de suite chez eux les niveaux distingués ; et, défaut encore plus grave, Dumont ne lui donna aucune synonymie propre à fixer dans l'ordre chronologique général les niveaux qu'il distinguait. Or, de ces faits, il résulte qu'à l'instar d'un nom d'espèce sans diagnose, ses noms d' « étages » n'ont aucun droit à la priorité.

Quoi d'étonnant dès lors que d'Orbigny, n'ayant pour se guider en Belgique que l'ouvrage paléontologique de Nyst (1), où le Tongrien est constitué par le Tongrien supérieur, le Rupélien inférieur, le Rupélien supérieur et le Boldérien de Dumont, adopta, dans son Prodrome de Paléontologie, le nom de Tongrien pour le Miocène inférieur d'Elie de Beaumont. Et c'est ainsi que, pendant près de quarante ans, ce terme et sa signification précise ont été admis par les écoles géologiques de France et de Suisse, et le seraient encore pour longtemps, si la découverte de la loi cosmique des étages n'était pas venue mettre de l'ordre, à ce sujet aussi.

Je fus donc, de mon côté, dans mon plein droit lorsque, en 1857, je proposai le nom d'étage Ligurien pour les dépôts intermédiaires entre le Bartonien et le Tongrien, tel qu'on le comprenait alors, en repoussant le terme d'étage Sextien, employé par E. Dumas puis par M. de Rouville, pour les assises à peu près du même âge, pour les raisons suivantes : d'abord, parce qu'en bonne logique, le type d'un étage doit être un dépôt marin ; ensuite, parce que ce terme est trop savant ; enfin, parce que le Sextien de Dumas comprenait plus de Tongrien que d'autre chose (2) et que, même aujourd'hui, personne ne sait au juste quelles sont à Aix les couches qui lui appartiennent certainement (3). Or, tout au contraire, il y a peu

quelques géologues ; et la preuve, c'est que personne ne songe à remplacer par un nouveau terme le nom de Sinémurien, parce que l'étage primitif a été amputé du tiers inférieur, qui a passé au Rhétien, de même que personne ne voudra changer le nom de l'avant-dernier étage jurassique, sous prétexte qu'il faut distraire de celui-ci le sous-étage Virgulien, pour en faire du Portlandien inférieur. C'est donc au nom de la Science, c'est-à-dire de l'ordre et de l'internationalisme dans la Géologie, que je prie les géologues belges de se soumettre à la nécessité, en employant à l'avenir les termes de Ligurien et de Tongrien dans le sens nouveau pour eux, mais absolument logique, que ces noms ont désormais acquis. Sans doute, il leur sera pénible, non seulement de s'habituer à la signification nouvelle pour eux du mot Tongrien, mais de refaire à ce sujet une grande quantité d'étiquettes (1); mais qu'ils s'y résignent, puisqu'ils seront bien aussi forcés d'abandonner le terme de Wemmélien, synonyme tardif de mon étage Bartonien, de ne plus distinguer le Panisélien, terme qui ne s'applique qu'à un demi sous-étage, et de fondre sous le nom de Parisien, leur Bruxellien et leur Lækenien (2). Et de fait, à quoi bon nos congrès géologiques internationaux, si là comme en dehors d'eux, nous ne nous décidons pas à adopter une terminologie internationale, c'est-à-dire identique, juste, exacte et commode ?

Le Tongrien inférieur d'Egypte

C'est pendant mon premier séjour au Caire, durant l'hiver de 1885-86, que, frappé par l'analogie fortuite des concrétions multiformes du Saharien inférieur du pied du Mokattam avec celles du Tongrien supérieur de la vallée de la Bormida, en Piémont, je fis des recherches et découvris, dans la sablière qui faisait face à la mosquée de Kaït-Bey, du véritable Tongrien sous la forme d'un banc de grès calcaire brunâtre, riche en fossiles d'eau douce mélangés avec quelques espèces de genres marins (3). Si, au premier abord, influencé

(1) Parmi les ennuis des collectionneurs, le plus grand, en cette fin de siècle, est sans contredit la nécessité fréquente de refaire les étiquettes, à cause des changements des noms de genre qui viennent s'imposer. Eh ! bien, il faut en prendre son parti et travailler.

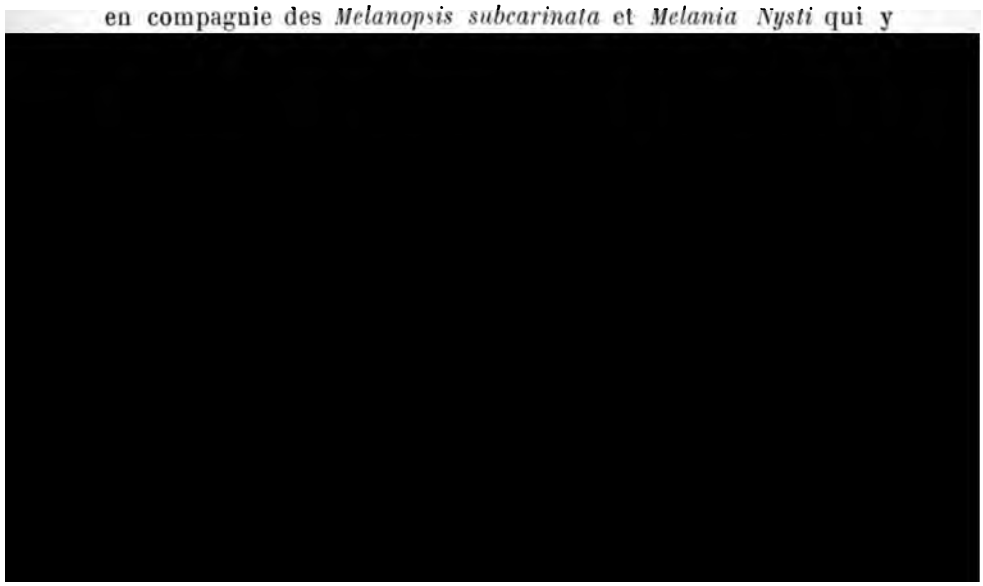
(2) Tout en conservant, je ne demande pas mieux, le nom de Lækenien pour le sous-étage parisien supérieur, en remplacement du terme de Grignonin, terme mal choisi, puisqu'il s'est vérifié que les couches qui affleurent à Grignon n'appartiennent qu'aux Calcaires grossier inférieur et moyen.

(3) Mayer-Eymar. Zur Geologie Egyptens, p. 20 (*Vierteljahrsschr. Zürch. naturforsch. Gesellsch.*), 1886.

par le voisinage immédiat de ce dépôt et des concrétions, je me trompai sur son âge exact, j'eus dès l'automne suivant l'occasion de rectifier ma première impression, en étudiant mieux la nature et les relations des couches environnantes et en recueillant un plus grand nombre de fossiles dans le grès tongrien. Aussi, dès que j'eus corrigé les épreuves de mon ouvrage sur les fossiles des environs de Thoune, je m'occupai de la rectification que demandait ma première notice, et j'ai publié cette rectification au commencement de 1889 (1).

Dans cette seconde notice sur la Géologie de l'Egypte, j'ai pu citer et figurer dix-huit espèces de Mollusques recueillis dans le banc de grès en question, à savoir : 1. *Astarte ? plicata* Mer. (1) ; 2. *Cyrena Cairensis* M.-E. (3-4) ; 3. *Cyrena Dawsoni* M.-E. (2) ; 4. *Tellina* (*Arcopagia*) *Heberti* Dsh. (3) ; 5. *Tellina ? Fridolini* M.-E. (1) ; 6. *Tellina Nysti* Dsh. (2) ; 7. *Syndosmya sufficiens* M.-E. (1) ; 8. *Mactra Forbesi* M.-E. (3) ; 9. *Corbula Sandbergeri* M.-E. (2) ; 10. *Hydrobia dactylodes* Sdb. (4.-5.) ; 11. *Hydrobia Nysti* M.-E. (5) : 12. *Melanopsis subcarinata* Morr. (4-3) ; 13. *Melanopsis subulata* Sow. (2-4) ; 14. *Melania Nysti* Du-Chât. (4) ; 15. *Potamaclis turritissima* Forb. (1) ; 16. *Pupa Schweinfurthi* M.-E. (2) ; 17. *Pupa tongriana* M.-E. (1) et 18. *Helix Cairensis* M.-E. (2).

« Or, disais-je, il n'y a guère de faunule fossile qui permette de tirer de son gisement et de sa composition tant et de si importantes conclusions que celle-ci. En effet, il est d'abord clair qu'elle appartient au Tongrien inférieur, puisqu'au moins six de ses espèces (les numéros 4, 6, 10, 13, 14 et 15) sont de cette époque et qu'il ne peut être question d'en retrouver un jour la plupart, mêlées à quelques-unes des espèces nouvelles, soit dans le Ligurien supérieur du Nord, en compagnie des *Melanopsis subcarinata* et *Melania Nysti* qui y

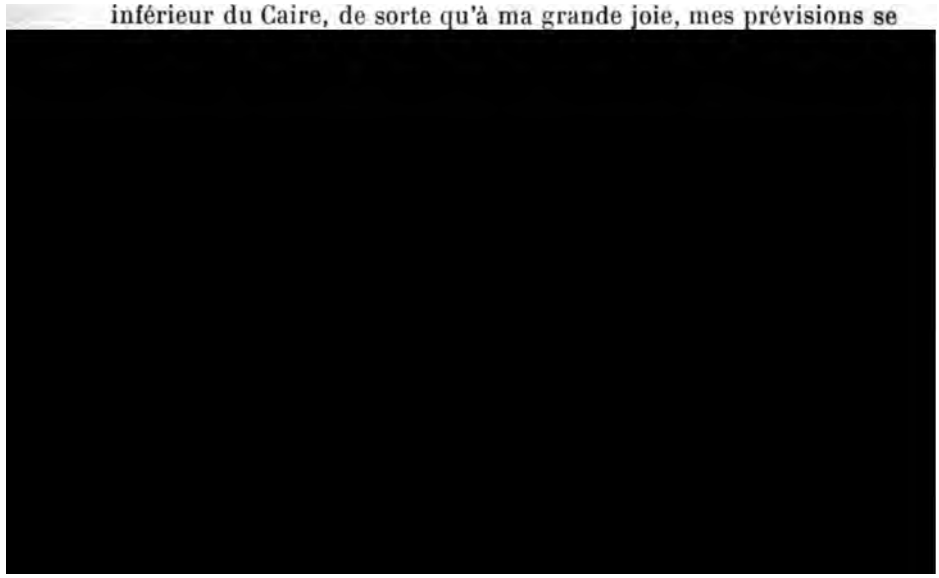


Mais notre faunule nous amène à des conclusions bien plus importantes et tout aussi évidentes : Tandis que ses éléments marins viennent corroborer le fait que la mer du Nord tongrienne première communiquait avec la Méditerranée directement, c'est-à-dire à travers l'ouest de l'Europe centrale et non pas seulement en contournant l'ouest de l'Europe, l'origine de ses espèces fluviatiles demande naturellement une explication à part. Pour toutes sortes de raisons, en effet, il faut nier la possibilité que ces mollusques d'eau douce, *Melanopsis subulata, Melania Nysti, Hydrobia dactylodes* et *Potamaclis turritissima*, se soient propagés peu à peu et par terre (bien entendu à l'aide des animaux vertébrés) de l'île de Wight et d'Anvers jusqu'au Caire. Il nous faut donc admettre qu'ils ont été transportés du Nord de l'Europe en Egypte par des oiseaux hydrophiles émigrants, collés à l'état d'œuf ou à peine éclos, avec des particules de vase, à leurs plumes, pieds, becs ou crins du col, ou de toute autre manière. Or, de ce que certains oiseaux des ordres des Grues, Cigognes et Lamellirostres émigraient à l'époque en question, de l'Europe en Afrique, il ressort que dès cette époque, les cours d'eau et marais de l'Europe ne leur livraient point la nourriture en hiver, c'est-à-dire, que cette saison était déjà froide chez nous, à savoir même si elle n'était pas plus froide qu'actuellement, par suite de la grande extension de la mer du Nord. Ces conclusions sont du reste corroborées par la faune marine du Tongrien inférieur du Nord. Cette faune est en effet pauvre en espèces ; elle est singulièrement uniforme; elle compte beaucoup de petites espèces et fort peu de grosses ; enfin, elle possède déjà beaucoup de types septentrionaux, tels : les Astartes, les petites Cardites triangulaires, les Saxicaves, les Cyprines, les Trophons, les Buccins. Elle a donc déjà le cachet de faune septentrionale. Si nous mettons en regard de ces faits ces autres remarques, qu'à l'île de Wight les calcaires d'eau douce de Headon-Hill, Tottland et Colwell Bay, avec leurs Mollusques analogues à des espèces récentes des Indes, (*Planorbis euomphalus, Limnæus fusiformis, longiscatus, pyramidalis* etc.) appartiennent au Bartonien supérieur (Lower Headon) et au Ligurien supérieur (Upper Headon), tandis que la faune alternativement marine et saumâtre du Ligurien inférieur (Middle Headon), présente les mêmes caractères de décrépitude, pour ainsi dire, que la faune du Tongrien inférieur, nous obtenons une nouvelle confirmation de la loi des étages, dont la conséquence est que chaque seconde époque d'un âge géologique a dû se distinguer de la première, non seulement par des mers plus restreintes, mais encore, et ceci en est

sans doute en partie une conséquence, par un climat plus chaud, même bien avant la fin de la période nummulitique. »

Tel était l'état de nos connaissances, au sujet du Tongrien inférieur d'Egypte, lorsque, l'année dernière, j'eus l'occasion de continuer mes recherches sur ce terrain. Si déjà la seconde notice de M. Schweinfurth sur la Géologie des environs du Fayoum (1) m'avait convaincu que certaines des assises « miocènes », observées par lui sur les hauteurs à l'ouest de Dimé, devaient être tongriennes, sa notice suivante parue en 1889 (2) m'intrigua à un tel degré, par la citation de fossiles dans les mêmes collines « miocènes », à l'ouest des Pyramides de Ghizeh, qu'à mon retour du voyage d'occasion à Assouan, je m'empressai de faire, moi aussi, une excursion dans l'ouest des Pyramides.

Malheureusement, lorsque j'arrivai aux collines en question, (localité fossilière que je nomme les collines de Sandberger), le vent du nord-ouest, fort et froid, qui s'était levé la veille, était accompagné d'ondées à l'avenant, de sorte que je ne pus que fixer à la hâte la position de la couche fossilière et recueillir quelques échantillons de roches, sans m'attarder à faire la coupe du gisement. Heureux néanmoins, mais non satisfait du résultat de ces premières recherches, je refis l'excursion en avril et j'eus alors le loisir d'étudier comme il faut l'intéressante localité nouvelle et d'y recueillir, en trois endroits, une assez grande quantité de fossiles, tous à l'état de moules il est vrai, mais cependant presque tous déterminables. Or, parmi une douzaine de formes différentes, je reconnus de prime abord les trois types tongriens *Tellina Nysti* Dsh., *Psamnobia aquitanica* M.-E. et *Natica crassatina* Dsh. (*Amp*^{na}), réunis au surplus dans un banc analogue au banc de Tongrien inférieur du Caire, de sorte qu'à ma grande joie, mes prévisions se



nord de la chaîne. Large à la base et du côté de l'est d'environ quarante mètres, cette colline n'a guère que seize mètres de haut (et non vingt-et-un que lui attribue M. Schweinfurth) et se compose des assises suivantes, mesurées par à peu près, au bâton de quatre-vingt-dix centimètres :

En bas et se perdant dans le sable du désert : 1° trois mètres visibles d'argile sableuse tendre, de couleur rouge de tuile; 2° deux mètres de sable fin ou argileux, couleur lie de vin; 3° deux mètres et demi d'argile sableuse, bleu-verdâtre clair, avec un ruban de sable rouge au-dessous du milieu; 4° un mètre et demi de marne sableuse *fossilière*, de couleur jaune foncé, à parties concrétionnées, calcaréo-gréseuses, blanchâtres et jaunâtres, légèrement tachetées de brun et à fentes remplies de petites concrétions blanchâtres; 5° un mètre de beau sable rose; 6° un mètre dix de sable gris clair; 7° un mètre et demi de sables multicolores, en minces couches jaunâtres, violettes, blanches et bleu clair; 8° deux mètres cinquante ou soixante de tuff brun et gris-verdâtre, à taches ou ponctuations brunes et à petits biscayens de dolérite; 9° le sommet du tertre est formé par un demi-mètre et moins de basalte, caractérisé par ses nombreux cristaux d'olivine et d'augite comme de cette variété qui s'appelle la dolérite.

Cette série de couches horizontales se répète, naturellement, dans les collines voisines, avec cette différence que la base est encore plus ensablée et que la cime de dolérite est souvent entamée ou affaissée, par suite de l'érosion, de manière que ses débris recouvrent par place, à peu près directement, la couche fossilière. Celle-ci, du reste, paraît être également riche sur plusieurs points. et si, à la colline de Walther, elle abonde en *Lucines*, elle offre, plus au sud, de nombreuses *Tellines* et possède en ces endroits quelques Gastropodes d'au moins trois genres différents. Voici, du reste, la liste provisoire des espèces que j'ai recueillies dans cette assise n° 4, sans parler des empreintes et moules de coquilles sur ou dans les parties dures de la roche :

Tellina Espèce nouvelle, du Parisien supérieur de Branchai (Bass.-Alp.), de Grancona (Vicentin) et du Bartonien inférieur d'Allons (Bass.-Alp.). Un exemplaire.
— Espèce nouvelle. Onze exemplaires.
— *Nysti* Dsh. Deux exemplaires.
Psammobia aquitanica M.-E. Cinq exemplaires.
Cytherea ? Un exemplaire.
Lucina Espèce nouvelle. Vingt-deux exemplaires.
— Une ou deux espèces, pour le moment indéterminables.

Cardita ? Un exemplaire.
Turritella rotifera Lam. Un exemplaire.
Natica (*Ampullina*) *crassatina* Dsh. Un exemplaire.
Cerithium (*Potamides*). Un exemplaire.

Comme on sait, et je le répète, trois des espèces certaines de cette faunule appartiennent au Tongrien inférieur du Nord; de plus, ces espèces ne se trouvent nulle autre part que là réunies en même abondance. Si, à ces faits, nous ajoutons que notre assise fossilière est, dans ses parties endurcies, assez semblable au banc dur, à fossiles tongriens, des Tombeaux des Chalifes et que, de part et d'autre, l'assise en question surmonte la même série de couches marno-sableuses versicolores, rien n'est plus certain que l'âge géologique du nouveau dépôt marin.

Cela posé, il reste d'abord à savoir où placer, vers le haut de notre coupe, la limite du Tongrien inférieur. Il me semble que le fait que la roche à fossiles est tachetée par place de brun-verdâtre vient nous renseigner à cet égard. Il est, en effet, tout naturel de considérer ces petites taches comme le produit de cendres volcaniques tombées dans la mer, ou de parcelles de tuf volcanique détachées par les vagues d'un cône sous-marin. Or, comme ces produits se répètent et se développent dans le tuf qui supporte la dolérite, toute la partie supérieure de nos collines doit être de même âge géologique, c'est-à-dire appartenir au Tongrien inférieur.

Mais à cela ne se bornent pas les conclusions à tirer de notre nouveau gisement. Il résulte en effet, en premier lieu, de l'inspection sommaire de la contrée un peu à son sud-est, que les collines abruptes qui surgissent de la plaine, le Kum-el-Chachaf et nécessairement aussi le petit massif derrière ce monticule auquel Schweinfurth a donné le nom de collines de Whitehouse, sont, elles aussi, composées de couches horizontales, sableuses et versico-
couronnées, en partie au moins, par un banc de dolérite. Il
lieu, assez clairement des observations de
qui séparent le lac du
que là aussi une

D'un autre côté, la fixation de l'âge de la dolérite des collines de Sandberger entraîne nécessairement celui de tous ces jalons de roches dolériques, de composition chimique très semblable (1), qui s'étendent en ligne droite du fond nord de l'oasis Béharièh jusqu'en Syrie, en passant par les hauteurs signalées, et par Abou-Zabel sur le canal Ismaïlia. Et comme cette ligne d'éruptions correspond assez bien, jusqu'au canal de Suez, à l'axe de l'emplacement qu'à dû occuper la mer tongrienne, l'on est tenté d'admettre une connexion quelconque entre les deux sortes de faits.

Quant, en dernier lieu, à la grande différence de niveau que présente actuellement le Tongrien inférieur d'Egypte des deux côtés du Nil, différence que l'on peut évaluer à cent mètres pour le moins entre le banc fossilifère des Tombeaux des Chalifes et celui des collines de Sandberger, il va sans dire qu'elle est due à l'affaissement des trois côtés du Mokattam qui a eu lieu après le séjour de la dernière mer helvétienne dans la contrée ; une preuve évidente de cet affaissement nous est fournie par la plaine du Ouadi-el-Tih, entr'autres, avec ses couches parisiennes supérieures moins élevées de soixante mètres au moins que sur le sommet ouest du Mokattam ; l'explication inverse, c'est-à-dire, un exhaussement du sol du désert libyque, sans que le pied ouest du Mokattam y ait pris part, n'aurait pas de sens commun.

Le Tongrien supérieur d'Egypte (2).

Comme je vais le démontrer, le Tongrien supérieur est représenté en Egypte, d'une part par les forêts et le bois pétrifiés du coin nord-ouest du désert libyque et de la montagne du Mokattam, de l'autre, par le monticule de grès et quartzites du Djebel Achmar, tout près du Caire, et les pitons des mêmes roches, épars au pied et sur les flancs nord et est du Mokattam. Il se pourrait en outre que quelques dépôts de cette époque, c'est-à-dire soit des grès ou quartzites, soit même quelque calcaire d'eau douce, existassent dans le nord du désert libyque égyptien, vu que l'exploration de cette région est loin d'être terminée et que quelques géologues, entr'autres Unger, en ont cité de rares coquilles d'eau douce fossiles.

(1) Beyrich, Uber. geogn. Beobacht. Schweinfurths zwischen Cairo and Suez. (*Bull. Acad. Berlin*, 1882), p. 18.

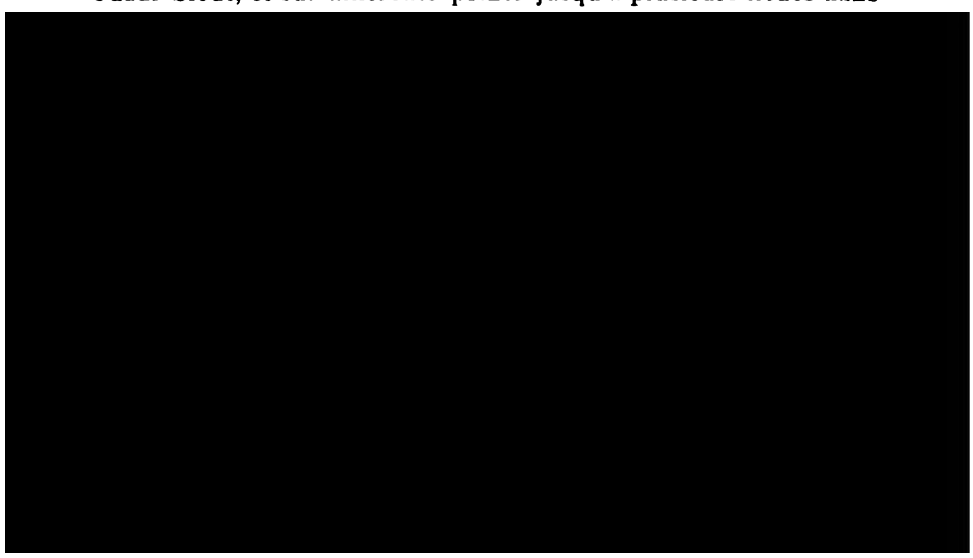
(2) Voyez plus particulièrement : Schweinfurth, in *Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft*, 1882, p. 139 — Idem, eod. loco. 1883, p. 718. — Mayer-Eymar, loc. cit., pages 31 et 32.

En ce qui concerne d'abord l'âge et le mode de formation du bois pétrifié, voici l'explication que la découverte du Tongrien inférieur marin sur divers points de la Basse-Egypte permet désormais d'en donner :

La mer s'étant retirée et les volcans sous-marins s'étant du même coup éteints, le territoire tongrien, fertilisé par les nouvelles roches, après avoir été à l'état de désert sableux durant l'âge bartonien, se couvrit bientôt d'épaisses forêts d'arbres pour la plupart de l'ordre des *Sterculiacées* et de l'espèce nommée *Nicolia ægyptiaca* Unger, auxquels, à ce qu'il semble par les emplacements de leurs innombrables débris, convint particulièrement le sol doléritique. Mais voilà que les eaux souterraines, arrêtées, soit par le long pli sénonien Djebel Ataka-Abou Roach-désert, soit par les masses volcaniques internes, et chauffées par ces dernières, se mirent à sourdre à droite et à gauche du bas-fleuve d'alors, sous forme de sources thermales siliceuses et vinrent baigner le pied de sarbres, là où ceux-ci occupaient quelque dépression du sol. Or, ces arbres, en absorbant de l'eau chargée de silice, se pétrifièrent peu à peu sur place ; et c'est ainsi qu'ont été conservées la petite et la grande forêt de l'arrière-Mokattam, et celle non moins importante de Moghara, tandis que de beaucoup d'autres qui furent aussi pétrifiées, il ne reste que des troncs ou des morceaux de bois épars, indiquant leurs anciens emplacements par le nombre.

Les preuves des deux propositions avancées dans cette explication nous seront fournies par les faits suivants, parfaitement constatés et faciles à contrôler en Egypte.

D'après tous les témoignages — et pour ma part je puis citer, en ce qui concerne le désert arabique, la région depuis Hélouan jusqu'au Ouadi Siout, et sur différents points jusqu'à plusieurs lieues dans



niques. Quant au mode de pétrification des arbres, il est, de son côté, parfaitement établi par la découverte faite en premier lieu par M. Schweinfurth et constatée depuis par MM. Cramer, Kaiser, Sickenberger et par moi : au beau milieu des forêts pétrifiées du Mokattam, on peut voir des tuyaux verticaux, de trois à quatre centimètres de diamètre, avec un, deux ou trois petits canaux au milieu, tuyaux irréguliers, de couleur brune, et formés par la cimentation siliceuse d'un sable ferrugineux, plus ou moins fin et pauvre en calcaire, détritus de la dolérite. La connexion entre ces tuyaux de sources siliceuses et la pétrification par la silice des arbres qui les entourent est, en effet, évidente et dès lors l'explication de la cause et du mode de cette pétrification définitivement donnée (1).

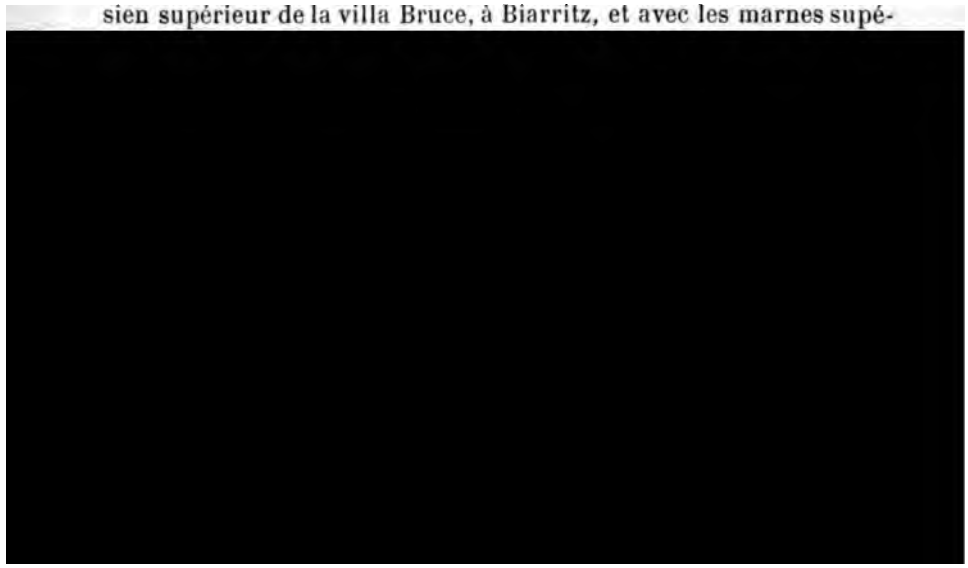
Quant, en dernier lieu, au mode et à l'époque de dépôt des grès et quartzites du Djebel Achmar et des quelques pitons plus à l'est, j'estime que les raisons qu'a données M. Schweinfurth pour les identifier avec ceux du bois pétrifié sont parfaitement concluantes, quant au fond, sinon quant à tous les détails. De l'avis, je pense, de tous les géologues qui les ont examinés et notamment de celui de MM. Schweinfurth et Sickenberger, les grès et quartzites du Djebel Achmar, etc., sont des dépôts, dans de petits bassins, d'une eau thermale siliceuse. Ces messieurs admettent que ce sont les produits de véritables geysers ; mais tout me semble contredire cette explication. Il manque, en effet, partout, ces petits cratères ou grands trous de geysers, bouchés seulement par du détritus ou du sable, et les canaux des nombreux tuyaux que j'ai vus sont trop étroits pour que l'eau ait pu en jaillir, même à un mètre de haut. Il manque, aux environs des masses de quartzites, de ces plaques étendues et stalagmites de silice, comme en dépose la pluie des geysers. Enfin, certaines parties du Djebel Achmar étant conglomératiques dénoncent l'action d'une eau courante. Je crois donc, avec M. Schweinfurth, que la formation de ces pitons de quartzites, avec leurs cailloux roulés et leurs morceaux de bois pétrifié, s'explique, tout simplement, par des ruisseaux d'eau plus ou moins chaude et siliceuse, descendant des forêts du Mokattam, et par la destruction par l'érosion des parois de calcaire grossier des petits bassins que ces ruisseaux remplirent sur leur chemin vers le Nil. L'unité du

(1) Il serait bon de faire quelques fouilles dans les forêts pétrifiées du Mokattam, pour y chercher les racines des arbres. J'ai du reste trouvé, moi aussi, plusieurs racines authentiques de bois pétrifié au pied des collines de Sandberger, preuve que les arbres y croissaient directement sur la dolérite.

phénomène thermal étant de la sorte assez évidente, l'époque du dépôt des quartzites des environs du Caire serait aussi celle du Tongrien supérieur.

Le Ligurien supérieur d'Egypte

L'âge tongrien inférieur du banc marin des Tombeaux des Chalifes et des collines de Sandberger étant certain, il s'ensuit que les sables marneux versicolores auxquels ledit banc fait suite appartiennent au Ligurien supérieur, à moins, bien entendu, qu'il n'y ait dessous un premier banc marin, tongrien inférieur lui aussi. En attendant que de nouvelles recherches dans le nord-est du désert libyque nous aient fixé à cet égard, et abstraction faite des raisons que va nous livrer la coupe de la partie supérieure des montagnes de Dimé, relevée par M. Schweinfurth, la comparaison de ces couches avec les dépôts analogues les mieux connus semble confirmer notre premier jugement. En effet, le faciès de ces sables versicolores, en couches horizontales bien stratifiées, n'est ni le faciès fluviatile, comme celui des marnes feuilletées du Danien supérieur, du Garummien supérieur et du Sénonien supérieur de la Haute-Egypte, dépôts du Nil après chaque retraite de la mer, ni le faciès marin ou des dépôts des plages sableuses. Force est donc de les considérer comme dépôts d'estuaires fort peu profonds et ici inhabitables, à cause de l'invasion des sables du désert. Or, ces sables marneux versicolores ont, malgré leur surcharge arénacée, une grande analogie avec les dépôts d'estuaires de certains sous étages supérieurs, par exemple, avec les marnes vertes et rouges du Parisien supérieur de la villa Bruce, à Biarritz, et avec les marnes supé-



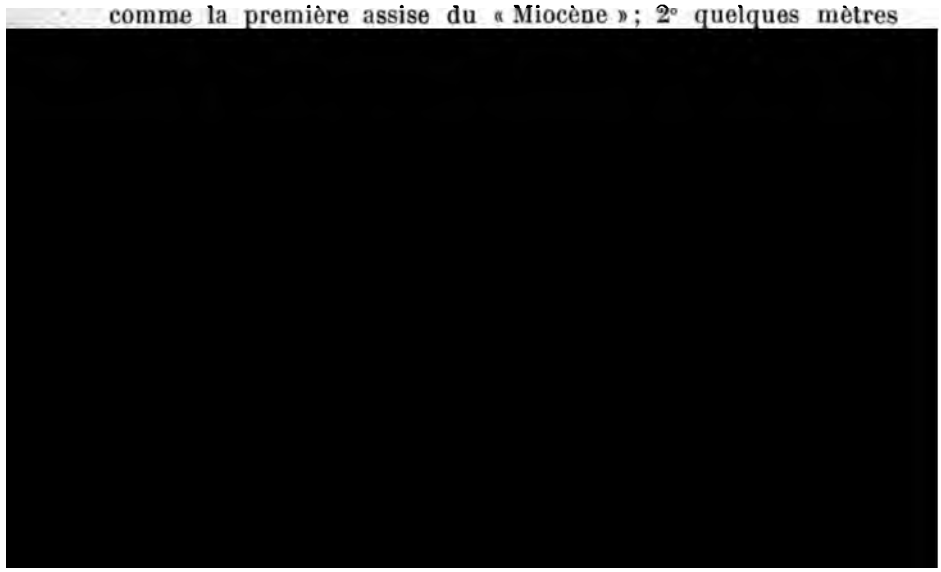
taine, les quelques *Orbitoides* rencontrées là-bas pouvant tout aussi bien provenir du Bartonien inférieur que du Bartonien supérieur. Du reste, l'absence du sous-étage II dans ces parages ne serait que toute naturelle, puisqu'elle indiquerait que, suivant la règle, la Méditerranée était, à cette époque, de ce côté aussi, moins étendue qu'auparavant. Quoi qu'il en soit, cet emplacement du Bartonien inférieur dans le coin nord-ouest de l'Egypte, loin d'être dû à quelque cataclysme, a son explication dans le fait que c'est dans cette direction que la mer du Parisien s'est retirée. Ce fait est facile à prouver, et comme il a certain rapport avec les conclusions qui vont suivre et qu'il est, en même temps, important pour la démonstration de la loi des étages, je tiens à le démontrer dès maintenant, quitte à le traiter de nouveau, avec plus de détails, dans le travail sur la stratigraphie des terrains nummulitiques d'Egypte, dont j'aurai bientôt à m'occuper.

Tandis que le Parisien inférieur existe, comme on sait, au pied du Sinaï et sur le Djebel Ataka, près de Suez; qu'il occupe à peu près la moitié du désert arabique, jusque au moins à Béni Hassan; qu'il remonte, de l'autre côté du Nil, jusque près de Siout, et, en une pointe, jusqu'assez près, au Nord-Est, de l'oasis de Farafrah, redescendant ensuite pour contourner, d'assez loin à l'Est et de plus près à l'Ouest, l'oasis de Béharieh, formant plus loin un large sinus dont le fond s'approche derechef de Farafrah, pour se perdre enfin vers le Nord, dans les sables du désert, le Parisien supérieur, lui, ne commence qu'au Djebel Auwébéd et au Djebel el Wohr, à l'ouest de Suez, ne dépasse pas, au sud, la plaine affaissée d'Hélouan, contourne ensuite, au nord et à l'ouest, le Fayoum, suit de là, assez loin, la route de Béharieh et contourne de loin, au nord, cette oasis, pour s'en aller, par les collines d'Ehrenberg et de Minutoli, rejoindre le Bartonien vers Siwah. Comme on le voit, la surface occupée par le Parisien supérieur n'est donc guère que la moitié de celle que recouvre le Parisien inférieur, preuve, en tout cas, du grand retrait de la mer à la fin de cette dernière époque; et la limite sud de cette surface du Parisien supérieur forme une ligne peu ondulée allant du sud-ouest au nord-est, preuve demandée de la direction vers Siwah, c'est-à-dire vers l'océan, de ce retrait de la mer ample parisienne. Or, et c'était là l'un des buts de cette petite digression, puisque l'emplacement du Bartonien n'est pas accidentel, c'est-à-dire le reste d'un dépôt jadis beaucoup plus étendu vers l'est, et qu'il est en même temps fort éloigné du bord est du désert, nous n'avons, de prime abord, point à craindre que tel ou tel dépôt sur-

montant le Parisien supérieur dans cette dernière région, puisse lui appartenir.

Cherchons maintenant, en théorie, l'emplacement qu'a dû occuper la mer ligurienne, si tant est qu'elle a pénétré en Egypte. Nous ayons, comme bases certaines de notre raisonnement, la présence du Tongrien inférieur au Caire sous le faciès de delta et aux collines de Sandberger, sous le faciès marin. Mais nous avons aussi, comme argument éventuellement décisif, l'existence vraisemblable du Ligurien supérieur aux mêmes endroits, sous le faciès de dépôts d'étangs salins. Or, si de nos premières données nous pouvons déjà conclure qu'à l'époque tongrienne inférieure la côte et la vallée du Nil avaient la même direction qu'actuellement, mais que cette vallée était moins encaissée que de nos jours, il résulte encore, du second ordre de faits, au moins trois choses, à savoir : d'abord, qu'à l'époque immédiatement antérieure des marais salins, le Nil avait son delta en aval du Caire ; ensuite qu'il devait couler de l'autre côté de la vallée, large de dix à douze kilomètres entre le Mokattam et Abou Roach ; enfin, et c'est là le point capital, que la mer a dû s'avancer une première fois au moins jusqu'à la hauteur du Fayoum, puisque les sables marneux versicolores n'ont pû se déposer que dans ses estuaires. Or, la coupe qu'a donnée M. Schweinfurth (loc. cit. in p. 34, note 1) de la partie supérieure des hauteurs à l'ouest de Dimé va nous confirmer complètement toutes ces conclusions et nous permettre ainsi de découvrir le Ligurien inférieur.

En effet, M. Schweinfurth a trouvé, là-bas, immédiatement au-dessus de la lumachelle blanche qu'il considère avec moi comme le dernier dépôt parisien supérieur : 1° six mètres d'un calcaire jaune clair, sans fossiles à première vue, calcaire qu'il regarde comme la première assise du « Miocène » ; 2° quelques mètres



la Paléontologie : D'abord, la présence du flysch en Égypte concorde à souhait avec sa grande extension sur tout le pourtour de la Méditerranée et ce serait de fait comme un miracle s'il manquait dans le bassin nummulitique du Nil. Ensuite, ces marnes grises (sableuses ici à cause des ondées de sable du désert), vont très bien avec les marnes du flysch d'Algérie. En troisième lieu, enfin, et c'est là la considération décisive, il est tout à fait inadmissible que, dans le petit et peu profond bras de mer du nord-est du désert libyque, la mer tongrienne inférieure ait pu déposer cent mètres (320 pieds), voire même cinquante mètres (160 pieds) de couches. Il y a donc, dans la coupe en question, trois sous-étages et le premier, celui qui nous manquait encore, est nécessairement le Ligurien inférieur.

COUP-D'ŒIL SUR LES EAUX MINÉRALES ET LES EAUX THERMALES DES RÉGIONS MÉSOZOÏQUES DU PORTUGAL (1),

par M. Paul CHOFFAT.

SOMMAIRE : Littérature. — Distribution géographique des sources. — Différences entre les sources minérales et les eaux potables ; entre les sources thermales et les sources ordinaires (2). — Observations sur la température du sol et déductions pour la température de l'eau. — Classification des sources d'après l'origine de la thermalité.

Eaux minérales non thermales. — Eaux mixtes. Eaux sulfureuses froides. Sources salées. Sources ferrugineuses.

Eaux thermales. — Généralités. — Groupes n'étant pas en relation avec les aires tiphoniques — Sources thermales des aires tiphoniques.

Remarques générales sur les sources thermales.

Tableau de l'ordre de succession des principales substances dans quelques sources froides et quelques sources thermales.

Le premier travail d'ensemble sur les eaux minérales portugaises méritant d'être pris en considération, date de 1810 (3). Malheureusement, l'auteur s'était contenté de récolter des renseignements sur les différentes sources, sans les visiter lui-même, de sorte que son travail manque d'uniformité dans les observations. Les renseignements sur la composition chimique des eaux sont insignifiants, l'auteur paraît avoir eu en vue la publication d'un deuxième volume, contenant le résultat de ses analyses, mais ce volume n'a pas été publié.

résidu et mention des principales substances) des eaux minérales les plus importantes du pays.

Ces analyses présentent de l'homogénéité, car elles ont été faites par le même chimiste; les autres indications ont, comme celles de l'ouvrage précédent, le désavantage d'être prises à différentes origines.

Depuis lors, il a paru trois traités des eaux portugaises, basés sur les deux ouvrages précédents et contenant, en outre, des données nouvelles, tirées principalement des brochures-réclames des établissements de bains. Ces origines diverses ont eu souvent pour résultat qu'une même source est décrite dans le même ouvrage sous deux ou trois noms différents, et il est parfois fort difficile de s'orienter dans ce dédale, tandis que ces sources appartiennent en réalité à un petit nombre de groupes naturels.

Mes études géologiques en Portugal m'ont permis d'examiner à temps perdu la plupart des sources des aires mésozoïques de ce pays, ou du moins de reconnaître leurs conditions géologiques. J'ai donc mis en présence mes observations avec celles des auteurs antérieurs pour chercher à en tirer quelques déductions, ou au moins à rassembler toutes les données certaines, pour stimuler les personnes à même de faire des observations sur ces sources et leur faciliter la besogne.

Ce travail sera publié (1) par le Gouvernement portugais sous le titre de *Contributions à la connaissance géologique des sources minérales des aires mésozoïques du Portugal*, tandis que la présente notice, laissant de côté tout un chapitre de considérations théoriques et la majeure partie des détails, a pour but de permettre un coup d'œil facile sur les conditions géologiques de ces sources.

Sous la dénomination d'aires mésozoïques, je comprends les affleurements de cet âge et les parties où ces roches sont recouvertes par le Tertiaire. Ces aires sont au nombre de quatre :

1° La grande surface comprise entre l'Océan et une ligne passant approximativement par Aveiro, Coimbra, Thomar et Lisbonne ;

2° La péninsule de Setubal ;

3° Une région de faibles dimensions entre S. Thiago-de-Cacem et l'Océan ;

4° L'Algarve.

La première contrée contient un grand nombre de sources ther-

(1) La distribution en a été faite en mai 1893.

males ou simplement minérales. On n'en cite pas dans les 2e et 3e contrées et trois ou quatre seulement en Algarve.

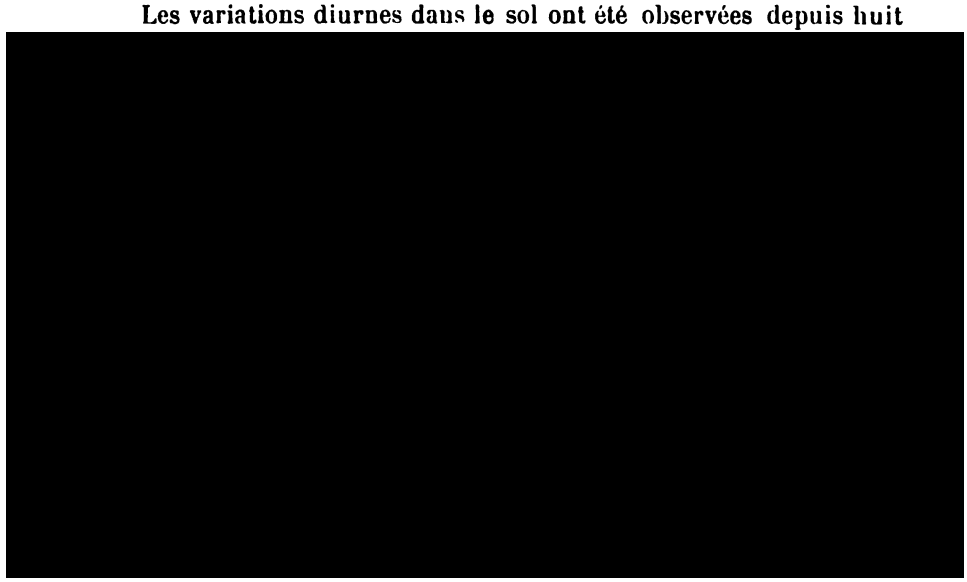
En Portugal comme ailleurs, le terme de source minérale exprime souvent une idée arbitraire. C'est parfois le hasard ou la spéculation qui font ranger comme minérales des eaux à minéralisation plus faible que celles d'autres eaux réputées simplement potables et dépassant pourtant les 0 gr. 5 concédés à ces dernières.

La limite entre les sources thermales et les sources ordinaires est plus délicate, si l'on part du principe géologique que toute source doit être considérée comme thermale lorsque sa température moyenne dépasse la température de la zone de température constante du sol. Or, les géologues se sont beaucoup occupés de l'accroissement de la température du sol dans les grandes profondeurs, mais fort peu des variations de température au dessus de la zone de température constante.

Le problème est fort complexe, car la température constante du sol n'est pas égale à la température moyenne du lieu, qui est toujours un peu plus basse. D'un autre côté, l'eau n'a pas la température du terrain, mais généralement une température plus basse, ce qui dépend de la température de l'eau au moment de l'infiltration, et surtout de l'état d'aggrégation des roches, c'est-à-dire du plus ou moins de temps que l'eau reste en contact avec la roche par suite des difficultés de la circulation souterraine.

D'après les observations encore incomplètes de l'observatoire météorologique de Lisbonne, la zone de température constante se trouve environ à 20 mètres, et cette température est d'environ 18°, tandis que la température moyenne du lieu est de 15°85.

Les variations diurnes dans le sol ont été observées depuis huit



Les observations de la température au dessous de 0m60 ont lieu à 1m20. La variation maxima observée dans une journée est de 0°3, mais on ne peut plus la considérer comme variation diurne, elle est produite par des ondes de chaleur d'une série de jours.

Le retard de la température du sol sur celle de l'air est de 3 heures à la profondeur de 0m15 et de 6 à la profondeur de 0m30; c'est-à-dire que le maximun de température a lieu entre 3 et 6 heures du soir à la première profondeur, et de 6 à 9 heures à la 2e. Le minimum de température a lieu de 6 à 9 heures du matin à 0m15, et de 9 à 12 à 0m30.

A 0m60, il n'y a plus d'heures régulières de maximum et de minimun, et le retard est au moins de 24 heures.

Les températures extrêmes (1) observées à l'observatoire de Lisbonne pendant une période de 10 années sont indiquées dans le petit tableau qui suit; elles se rapportent à une seule lecture quotidienne effectuée à 8 heures du matin.

PROFONDEURS	MIN. ABSOLUS	MAX. ABSOLUS	MOYENNES DE 10 ANNÉES
0m05	2°, Décembre	25°2, Août	15°28
0m30	7°, »	25°8, »	16°52
0m70	9°1, Janvier	25°1, »	16°86
1m10	10°8, Février	24°1, »	16°99
1m50	11°9, Mars	23°2, »	17°01
5m	15°5, Juin	19°3, Décembre	
10m	16°3, Septemb.	18°3, Mars	
20m	Temp. const. probable = 18°2 (var. < 0°01).		

Les dates moyennes des minima pendant les 10 années jusqu'à 1m50, sont respectivement les 9, 12, 20, 29 janvier et 10 février, celles des maxima pour les mêmes profondeurs 1, 7, 14, 21 et 29 août.

Les données correspondant aux profondeurs de 5 et de 10 mètres ne sont pas les extrêmes absolus, mais les moyennes approximatives des maxima et des minima pendant la période de 10 ans.

Elles nous font voir que l'amplitude des variations ne dépasse pas 2°50 à la profondeur de 5 mètres, et 0°56 à celle de 10 mètres. Elles nous montrent en outre que les variations atmosphériques

(1) Dans le mémoire in-extenso, je donne les tables de la température et des extrêmes se rapportant à chaque mois.

mettent de quatre à cinq mois pour pénétrer à la profondeur de 5 mètres, et de sept à huit mois pour pénétrer à 10 mètres. Ce n'est donc pas toujours à tort que le public attribue à certaines sources la propriété d'être plus chaudes en hiver qu'en été.

Quoique ces données soient incomplètes, elles permettent de voir si la température d'une source observée à un certain moment, est ou non anormale, et en combinant ces données avec le retard sur la température de l'air et la nature du terrain, on peut se rendre approximativement compte de la profondeur à laquelle se trouve la source.

Les observations sur les sources ordinaires du Portugal sont encore insuffisantes, mais elles paraissent concorder avec ce que l'on peut déduire des observations de la température du sol, sauf pour l'eau phréatique des dunes, pour laquelle j'ai observé en été des variations diurnes atteignant 0°9, à plus de 3 mètres de profondeur.

On peut distinguer cinq classes de sources thermales, en se basant sur l'origine du calorique :

Calorique provenant de la chaleur normale du sol.	A. Sources ordinaires	Circulation supérieure au fond des vallées.	Sources thermales p. p. dites
	B. Sources thermales relatives		
	C. Circulation profonde par canaux		
	D. » » » capillarité (1)		
Calorique provenant de causes anormales.	E. Thermalité due à l'action volcanique		
	F. Thermalité due à l'oxydation de substances minérales.		

Quant au calcul de la profondeur des sources thermales, j'ai pris

EAUX MINÉRALES NON THERMALES.

Nous parlerons en premier lieu de sources se rattachant tellement aux eaux potables qu'il est difficile de comprendre la raison les ayant fait considérer comme eaux minérales.

Les eaux sourdant du Tertiaire de Lisbonne ont une minéralisation de 0gr380 à 1gr956, d'après les analyses encore inédites de M. le Dr Mastbaum.

La substance principale est, soit le chlorure de sodium, soit le sulfate de chaux, soit même des nitrates! Anciennement, plusieurs de ces eaux étaient considérées comme spécifiques contre certaines maladies, mais actuellement, il n'y en a plus qu'une : *Fonte do Andaluz*, qui figure dans les traités des eaux minérales, et c'est assurément sans raisons fondées.

Comme curiosité, je mentionnerai aussi les puits de la partie basse de la ville. Ils sont foncés dans les décombres et dans les alluvions d'un ancien estuaire du Tage; leur minéralisation atteint 7 gr. 774, dont 3 gr. 225 de chlorure de sodium.

Un établissement fréquenté avec succès est celui d'*Aguas-Santas*, près de Caldas da Rainha. Ses sources sourdent de marnes et dolomies triasiques et infraliasiques, recouvertes par des sables pliocènes; leur minéralisation n'est que de 0 gr. 219 à 0 gr. 258, les trois substances prédominantes étant le chlorure de sodium, le carbonate de chaux et le sulfate de magnésie.

D'autres sources se rapportent à ce groupe, mais leur composition est si peu connue qu'il est inutile d'en parler ici.

Sources sulfureuses froides.

Les puits foncés dans les anciens limons du Tage, à Lisbonne, dans la partie où ces limons ont la plus grande épaisseur, fournissent de l'eau fortement chargée d'acide sulfhydrique et ayant un résidu fixe qui atteint 28 grammes par litre; elle provient d'un mélange de l'eau du Tage à l'eau phréatique.

La teneur en hydrogène sulfuré varie suivant les saisons et suivant les marées, mais ne paraît pas avoir baissé notablement depuis leur découverte en 1829. Elle varierait entre 0 gr. 021 et 0,075.

Ces puits se trouvent dans une zone bordant la rive actuelle, ayant environ un kilomètre de longueur, tandis que les puits immédiatement en arrière de cette ligne fournissent de l'eau plus ou moins salée, mais ne contenant pas d'hydrogène sulfuré.

Il y a en outre des sources d'eau douce arrivant à la ligne des

eaux sulfurées; elles correspondent aux ravins des collines sur lesquelles est construit Lisbonne.

Un fait important à constater est l'absence complète d'hydrogène sulfuré dans l'eau ascendante fournie par les forages établis dans le Tage, à peu de distance des puits sulfureux, mais traversant la totalité du limon pour atteindre les couches tertiaires. Cette absence nous prouve que ce gaz ne vient pas des profondeurs du terrain, comme c'est le cas pour d'autres sources que nous verrons plus tard.

Les dégagements d'hydrogène sulfuré sont connus d'autres vases de ports de mer; je pense que leur localisation provient de l'emmagasinage dans des lentilles de gravier. Reste à savoir si ce dégagement a lieu aux dépens des limons anciens, ou bien si les déjections des égouts actuels entrent en ligne de compte.

Ces eaux sont employées à Lisbonne dans l'établissement de bains de S. Paulo.

Sources salées, ou chlorurées sodiques concentrées

Cinq sources sont à rapporter à cette catégorie ; l'une est en Algarve et émerge des grès triasiques ou infraliasiques, les quatre autres se trouvent dans des aires tiphoniques et émergent donc de terrains de même âge.

Je ferai observer que toutes les cinq se trouvent dans le voisinage plus ou moins immédiat de masses éruptives, ophite ou teschénite, quoique je n'attribue pas leur salure à ces roches, mais bien aux strates sédimentaires d'où elles sourdent. Ces roches infraliasiques présentent parfois des efflorescences riches en chlorure de sodium.

La teneur en matières fixes de ces sources n'est pas connue ; elle est certainement fort élevée pour la source de Rio-Maior, qui donne

Sept de ces dernières ont été analysées quantitativement. Le fer est à l'état de sulfate dans 3, et à l'état de carbonate dans les 4 autres.

Il occupe le premier rang dans une source seulement de chaque catégorie ; dans 4 autres c'est le sulfate de chaux qui est en tête, et dans la 7e, le chlorure de calcium. La totalité des matières fixes varie de 0 gr. 188 à 1 gr. 601 ; le minimum du sel de fer étant 0 gr. 040 (carbonate) et le maximum 1 gr. 050 (sulfate).

Une autre source naissant dans les mêmes conditions avait jadis la réputation d'être ferrugineuse, tandis qu'elle ne contient actuellement que des traces de bicarbonate de fer, quoique riche, comme toutes les autres, en acide carbonique. On doit donc admettre que l'acide carbonique de ces sources ne provient pas uniquement de l'action du sulfate de fer provenant des pyrites sur les carbonates de chaux et de magnésie, mais aussi de la décomposition des matières organiques qui sont fréquentes dans ces grès.

La source de *Coimbre*, naissant dans le Lias inférieur, diffère des sources du Crétacique en ce que les chlorures et les sulfates sont alcalins au lieu d'être terreux ; sa minéralisation est faible, 0 gr.399; le carbonate de fer y entre pour 0 gr. 07354 et le carbonate de magnésie pour 0 gr. 12562. (Voyez le tableau final).

EAUX THERMALES

Les sources thermales relatives, c'est-à-dire celles qui tirent directement leur calorique des masses montagneuses superposées, sont peu fréquentes dans les régions mésozoïques du Portugal, ou du moins elles y sont peu connues, car leur température est peu saillante, vu la faible hauteur des montagnes.

Je ne citerai que celle du *cap Mondégo*, dont les substances principales sont les chlorures de calcium et de magnésium, et l'acide sulfhydrique.

Les autres sources thermales, ou sources thermales proprement dites, forment généralement des groupes de griffons disposés sur une dislocation longitudinale. Nous les examinerons en deux catégories, suivant qu'elles sont ou non en relation avec les aires tiphoniques (1).

(1) Pour l'explication de ce terme voyez : Notes sur les vallées tiphoniques, etc. *B. S. G. F.*, 3e série, t. X, 1882.

GROUPES N'ÉTANT PAS EN RELATION AVEC LES AIRES TIPHONIQUES.

Algarve :

Un ou peut-être deux groupes, sourdant de calcaires appartenant au Jurassique et au Crétacique, à une faible distance de la mer. Leur température serait de 25°, mais il n'y a pas de données certaines à leur sujet.

Groupe de Cascaes :

A Estoril, près du bord de la mer, se trouvent deux groupes de griffons, l'un sourdant à la partie supérieure des grès du Crétacique moyen, l'autre sourdant de fentes des calcaires qui surmontent ces grès. Ils ne sont donc pas disposés suivant une ligne de dislocation longitudinale. Leur température est de 29°.

Une troisième source à température plus basse, mais contenant les mêmes substances, forme un triangle avec les deux autres.

Le seul massif montagneux du voisinage, la Serra de Cintra, n'est pas assez élevé pour expliquer la température de ces eaux ; mais entre cette montagne et la mer, le Jurassique et le Crétacique forment un pli synclinal très accentué qui permet de conclure à un accroissement de température par suite de circulation profonde par canaux.

Fig. 1.— Profil de la Serra de Cintra à Estoril.
Echelle des longueurs 1 : 100000. — Hauteurs doubles.

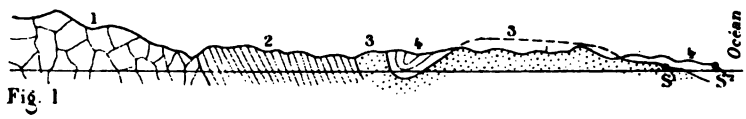


Fig. 1

1. Granit de la Serra de Cintra.

viron 2 kilomètres de longueur. Leur altitude est d'environ 5m et leur température qui est actuellement de 29°, aurait été de 34° au commencement du siècle.

La hauteur des montagnes de la contrée ne suffit absolument pas pour expliquer une température de 29°, et elle ne peut pas non plus être expliquée par des plis synclinaux.

Il est probable que le pied de cette colline correspond à une faille longitudinale que rien ne fait prévoir, sinon la présence de ces sources, qui pourtant sourdent directement du calcaire. Il y a lieu de recourir à la théorie de la circulation profonde par capillarité et non pas à la circulation profonde par canaux.

Alcaçarias de Lisbonne :

La colline du château de S. Jorge, à Lisbonne, est formée par la mollasse marine, au pied de laquelle s'étendent actuellement des alluvions du Tage, et des atterrissements gagnés sur le fleuve.

Des sources thermales naissent au pied même de la roche tertiaire et dans les alluvions; elles sont utilisées en partie pour des établissements de bains, et en partie pour l'alimentation des fontaines publiques.

Quelques-unes de ces sources émergent au niveau moyen des eaux du Tage, et sont couvertes à chaque marée, d'autres sont plus élevées et atteignent une altitude de 4m au-dessus de ce niveau.

La ligne qui relie ces sources est légèrement courbe, à cavité tournée vers la terre, la longueur de la corde étant de 1100 mètres ; mais la thermalité est très faible dans la moitié orientale, tandis qu'elle est relativement forte dans la moitié occidentale.

Des observations faites en 1810, 1862, 1867 et 1892 montrent que la température était plus élevée de 1862 à 1867 qu'au commencement du siècle et qu'actuellement, mais la relation entre la température des différents sous-groupes est à peu près la même.

Actuellement, le maximum est de 30°9 aux bains du Duque, tandis qu'ils auraient présenté 34° en 1867. La source la plus orientale n'a qu'une vingtaine de degrés.

La minéralisation des sources de la moitié occidentale est comprise entre 0 gr. 562 et 0 gr. 823, celle de la source la plus occidentale, qui est la plus froide, est de 1 gr. 3296.

Ces grandes différences sont dues probablement à un mélange différent avec l'eau des sources provenant du Tertiaire ; on se souvient de la haute minéralisation qu'elles présentent parfois.

Toutes ces sources dégagent de nombreuses bulles de gaz qui, analysé par M. Mastbaum, à une seule source, a donné :

Azote.	97,6
Oxygène	0,8
Acide carbonique . .	1,6
	100

Sur six sources analysées quantitativement (1), deux ont le chlorure de sodium au premier rang et le carbonate de chaux au deuxième; trois autres ont le chlorure de sodium au deuxième rang et le carbonate de chaux au premier, et la sixième a au premier rang des sulfates de soude et de potasse (0 gr. 305).

Le cinquième rang est occupé par les azotates (0 gr. 021 à 0,0405). sauf dans la source la plus occidentale, Bica do Sapato, où les azotates occupent le troisième rang et se présentent en quantité tellement forte (0 gr. 3723) qu'il est évident qu'ils proviennent d'un mélange souterrain avec des eaux polluées par les habitations.

Les conditions géologiques sont analogues à celles des sources d'Amieira. On ne trouve l'explication de la température ni dans la hauteur des montagnes, ni dans les plis du terrain. La ligne d'émergence est aussi au bord d'un estuaire limité par une dislocation paraissant être une simple flexure, mais pour laquelle la présence de cette ligne de sources paraît devoir faire admettre une faille.

Groupe d'Arrifana.

Ces sources sont situées à 15 kilomètres au S.O. de Coimbra, au pied d'un massif bathonien ; elles sourdent en partie du calcaire bathonien, en partie des grès crétaciques qui s'étendent à son pied. Ces eaux sont fort peu connues, leur minéralisation paraît être très faible, ainsi que leur thermalité.

passage aux sources de Cucos qui sourdent de failles dans le Malm, à une faible distance de l'aire tiphoniqne.

Sauf une exception, ces sources émergent sur les bords de l'aire, soit à la limite même, entre le Triasique et le Jurassique supérieur, soit du Jurassique lui-même.

Ce dernier plonge plus ou moins fortement en dehors de l'aire tiphonique, et est généralement constitué par des calcaires recouverts de grès, ces derniers étant parfois réduits à quelques mètres.

Groupe de Cucos.

La chaîne du Montejunto est coupée transversalement par une aire tiphonique, limitée à l'Ouest par un massif de Jurassique supérieur traversé par des failles transversales à la chaîne, dirigées les unes à peu près du N. E. au S. O. et les autres à peu près du N. O. au S. E.

C'est vers le croisement de deux failles principales que naissent des eaux thermales se déversant dans des alluvions, de sorte que l'on ne sait pas si l'on a affaire à un seul griffon ou à plusieurs. Un autre groupe de griffons est séparé du premier par une colline calcaire et naît aussi dans les alluvions.

Dans ces conditions, on comprend que le lieu d'émergence ait subi avec le temps quelques variations, et des travaux de captage, effectués en 1890, ont fait découvrir des restes de bains anciens complètement ignorés. Malheureusement, ces captages ont été arrêtés à la profondeur de 8 mètres, sans être parvenus à la roche.

La température de ces sources est extrêmement variable; elle passe de 32° à 44°. Ces observations sont trop espacées pour que l'on puisse découvrir les causes de ces variations ; mais comme l'augmentation de la température paraît être en raison directe de l'augmentation du débit, il est évident que ces variations ne sont pas uniquement dues au mélange à des eaux phréatiques.

La minéralisation est presque aussi forte que celle des sources d'Estoril ; elle varie de 3 gr. 161 à 3 gr. 457, et est due principalement à des chlorures alcalins et à des carbonates de chaux et de magnésie. Il y a en outre de petites quantités de lithine, de fluor et de brôme.

La source la plus éloignée (Còxos) présente les mêmes substances, mais en quantité moindre, et sa température n'atteint pas 25°.

La hauteur de la masse du Montejunto, au-dessus du point d'émergence des sources, est au plus de 170 mètres ; elle est donc insuffisante pour en expliquer la température, mais il est probable que c'est pourtant ce massif qui les alimente. L'eau s'infiltre dans les

calcaires du Dogger et du Malm inférieur, plonge avec eux sous les marnes qui les recouvrent, jusqu'à ce que les dislocations de l'aire tiphonique de Matacaes lui permettent de remonter à la surface.

Groupe de Maceira :

Les calcaires du Malm qui entourent la petite aire tiphonique de Maceira ont subi de nombreuses dislocations, et sont redressés verticalement ou même renversés. Cinq sources sourdent de ces calcaires, et une sixième sort au contact des calcaires et des marnes triasiques. Elle est à environ un kilomètre des premières.

Leur minéralisation n'est pas forte, 0gr826, et quoique leur température ne soit que de 24 à 26°, elle ne se trouve pas en relation avec des collines suffisamment élevées pour l'expliquer, soit directement, soit indirectement ; c'est encore un cas où l'on doit recourir à la circulation profonde par capillarité.

Fig. 2 — Profil à travers l'aire tiphonique de Maceira.
Longueurs 1 : 20000. — Hauteurs doubles.

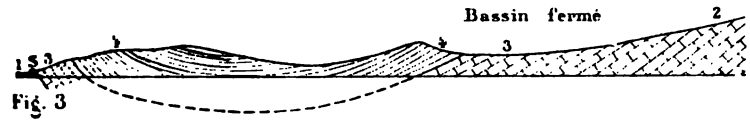
Fig. 2

1. Aire tiphonique, marnes de Dagorda.
2. Calcaires du Malm.
3. Grès du Malm. — S. Source thermale, à droite du lit de la rivière.

Groupe de Fervença.

Ce groupe est formé par trois sources émergeant sur une ligne de 800 mètres de longueur. Elles sont beaucoup plus rapprochées de la limite de l'aire tiphonique que ce n'est le cas pour les précédentes. Deux sourdent des marnes de Dagorda et la troisième des calcaires

Fig. 3.— Profil schématique des sources de Fervença à la Serra dos Molleanos. Echelle des longueurs : 1 : 100000. — Hauteurs doubles.

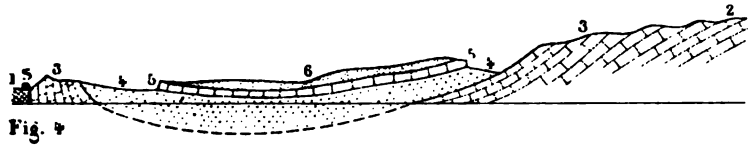


1. Aire tiphonique, recouverte d'alluvions.
2. Calcaires du Dogger.
3. Calcaires du Malm.
4. Marnes et grès du Malm.
S, source de Fervença.

longement méridional; à 100 mètres seulement, se trouve une source froide dans des conditions extérieures analogues.

Leur minéralisation est certainement très faible (on n'en possède pas d'analyse) (1) et leur température est d'environ 26°.

Fig. 4. — Profil schématique de Fonte-Quente (Leiria) à la Serra do Reguengo. Echelle des longueurs 1 : 1000000, hauteurs triples.



1 Aire tiphonique recouverte par des alluvions.
2 Calcaires du Dogger.
3 Calcaires du Malm.
4 Graviers du Crétacique moyen.
5 Calcaires du Cénomanien
6 Sables pliocènes.
S. Fonte-Quente.

Groupe de Caldas da Rainha :

Ce groupe est le plus important de tous, c'est aussi celui sur lequel les renseignements sont le moins lacuneux, du moins en ce qui concerne les eaux du sous-groupe de Caldas, utilisées sans interruption depuis le XVe siècle et ayant un médecin attaché à l'établissement depuis 1775.

Il se compose de quatre sous-groupes, disposés sur une ligne de 10 kilomètres, formant la limite S. E. de l'aire tiphonique. Les propriétés physiques et chimiques sont à peu près semblables dans

(1) Depuis que ces lignes sont écrites, M. le Dr Mastbaum a analysé cette eau et a trouvé un résidu fixe de 0,4048, le carbonate de chaux et le chlorure de sodium formant les substances principales.

chaque sous-groupe. On ne possède d'analyse quantitative que des eaux du sous-groupe de Caldas, mais pour les autres, on a déterminé la quantité des matières fixes ainsi que la teneur en acide sulfhydrique, substance qui les caractérise tout spécialement.

Le petit tableau suivant montre ces relations en 1867 :

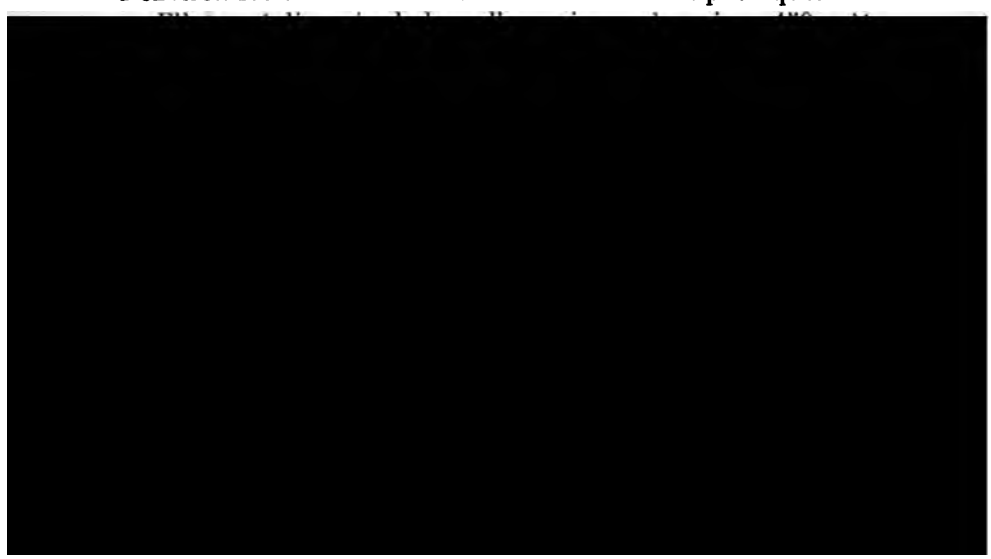
Caldas	Température.	33°8 —	Résidu fixe,	2 gr. 785. —	Hydrogène sulfuré	0 gr. 0085
Quinta das Janellas . .	»	32°8 —	»	2 gr. 2766 —	»	0 gr. 00867
Valle de Flores . .	»	29°2 —	»	2 gr. 564 —	»	0 gr. 004169
Obidos	»	27°4 —	»	2 gr. 7325 —	»	0 gr. 004465
S. Mamède.	Analogue en 1810.					

Toutes ces sources laissent dégager des bulles de gaz se succédant assez rapidement. Leur analyse, au sous-groupe de Caldas, a montré à M. J. Pimentel :

Azote	80
Oxygène	1
Protocarbure d'hydrogène	3
Acide carbonique et un peu d'acide sulfhydrique.	16
	100

La source de *S. Mamède* donnait environ 100 mètres cubes par jour jusque vers 1780; elle cessa alors de couler, mais conservait encore en 1810 des propriétés physiques et chimiques analogues à celles des autres sous-groupes. En 1888, on ne voyait plus qu'une mare, d'où s'échappaient de grosses bulles d'un gaz inodore, et on ne pouvait plus reconnaître l'odeur d'acide sulfhydrique. Actuellement, les cultures ont fait disparaître cette mare.

Le *sous-groupe d'Obidos*, situé à 5 kilomètres au N. E. du précédent, est composé de deux sources sourdant des calcaires du Malm, à environ 100 et 200 mètres de la limite de l'aire tiphonique.



Les altitudes approximatives de ces différentes sources sont, dans l'ordre de la succession du S.-O. au N.-E.

S. Mamède	20 à 25^{m}	Quinta das Janellas	80^{m}
Obidos	10^{m}	Caldas	40^{m}50

Notons aussi que les sources d'Obidos et de Caldas correspondent à des dislocations transversales bien accentuées, ce qui n'est pas le cas pour les deux autres.

Les eaux de *Caldas* sourdent par cinq réunions de bouillons, compris dans un trapèze dont le côté oriental a 33 mètres, le côté occidental 25, et la hauteur 11. Le débit total atteint presque 2,000,000 de litres par 24 heures. Il varie suivant les années et probablement suivant les époques d'une même année.

Chaque bouillon a sa température propre, les extrêmes observés à la même date étant de 29° 6 et 33° 8, et il est à remarquer, comme dans le groupe des Alcaçarias, que les bouillons à température relativement basse dégagent autant de gaz que les autres.

La température générale change suivant les années ; la moyenne minima étant probablement de 32°5 et la moyenne maxima de 34°5. Dans ces variations de température, le rang assigné aux griffons par leur température n'est pas toujours le même.

Il y a plus, la plus haute température est tantôt dans un des groupes de bouillons, tantôt dans un autre.

Contrairement à ce qui se passe à Cucos, la température paraît être en rapport inverse avec le débit de l'eau ; c'est du moins ce qui s'est produit en 1890 et 1892.

Les analyses quantitatives faites à différentes époques feraient croire que la minéralisation tend à augmenter légèrement ; elle était de 2 gr. 614 en 1776; de 2 gr. 4 en 1849; 2 gr. 6 en 1858; 2,8 en 1862; 3,2 en 1876, tandis qu'elle retombe à 3,03 en 1889. Les deux dernières données concernent l'eau prise à deux griffons différents, les autres se rapportent probablement toutes à l'eau prise dans une piscine, c'est-à-dire réunissant un ensemble de sources.

Dans toutes les analyses, le chlorure de sodium est la substance prédominante et forme plus de la moitié de la totalité des matières fixes. Dans toutes les analyses, sauf celle de 1793, les quatre substances les plus abondantes sont dans le même ordre. Il y a pourtant quelques différences qui peuvent avoir leur importance au point de vue thérapeutique.

Comme dans la plupart des cas précédents, les collines des environs n'ont pas une altitude suffisant à expliquer la température de ces eaux, et c'est même le cas pour des montagnes situées à une

vingtaine de kilomètres. Il faut donc de nouveau recourir à la circulation profonde soit par canaux depuis les dites montagnes, soit par capillarité, depuis des bassins fermés plus ou moins marécageux se trouvant entre ces montagnes et la ligne des sources.

Il est à remarquer que ces sources n'émergent pas sur la dislocation qui limite l'aire tiphonique du côté de la mer, mais au contraire sur celle qui lui est opposée, ce qui nous montre que cette dislocation arrête des eaux venant de l'intérieur.

Monte-Real :

Il me reste à mentionner une source qui se rapproche de celle de Caldas par sa teneur en acide sulfhydrique, mais qui s'en éloigne par sa basse température et par sa position au milieu de l'aire tiphonique et non pas sur ses bords.

Cette source, qui se trouve à un kilomètre de Monte-Real, sourd des calcaires infraliasiques, presque entièrement recouverts par les sables pliocènes.

Remarques générales sur les Sources thermales.

Nous remarquons, en premier lieu, que l'influence de la température sur la minéralisation est loin d'être aussi marquée que la théorie le fait supposer.

Laissant de côté la haute minéralisation de quelques sources froides, nous ne citerons que quelques chiffres :

Alcaçarias	31°.	Minéralisation	0 gr. 7
Maceira	25°	»	0 » 8
Fervença	28°	»	2 » 1
Caldas	34°	»	2 » 7
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Il y a pourtant quelques substances qui différencient ces eaux, quoique n'occupant qu'un rang inférieur; tels sont les azotates des Alcaçarias, l'hydrogène sulfuré dans le sous-groupe de Caldas et de Monte-Réal. En outre, on remarque une certaine analogie de condensation entre les sources d'un même groupe.

Les gaz se dégageant spontanément n'ont été analysés que pour une source des Alcaçarias et une source de Caldas ; ils sont principalement formés par l'azote qui est dans la proportion de 97,6 % dans la première et de 80 % dans la deuxième.

L'acide carbonique libre ne se présente qu'en quantités assez faibles pour que son origine puisse être attribuée à la décomposition des carbonates ou des matières organiques, et à l'entraînement dans le sol par les eaux météoriques.

Les sources thermales n'étant pas en relation avec les aires tiphoniques, sont toutes au bord de la mer ou d'un estuaire actuel ou ancien ; leur altitude est peu supérieure au niveau de l'Océan. Le groupe d'Arrifana fait exception, son altitude est environ de 30 mètres et son éloignement d'un rivage de 30 kilomètres.

Les sources thermales des aires tiphoniques sont séparées de la mer par une distance de 2 à 19 kilomètres, leur altitude est comprise entre 10 et 80 mètres.

Elles se trouvent toutes sur les bords des aires tiphoniques ou un peu en dehors, sauf celle de Monte-Réal qui est au milieu de l'aire; sa thermalité peut être mise en doute, tandis que celles qui sont sur les bords sont franchement thermales.

Il n'y a point de relation entre la position du point d'émergence et la température; nous noterons pourtant que le maximum est atteint par la source de Cucos qui est la plus éloignée des bords de l'aire.

La température des sources non en relation avec les aires tiphoniques, est comprise entre 20 et 31° ; celle des sources des aires tiphoniques, entre 19 et 40°.

L'amplitude des variations pendant un siècle ne paraît pas avoir dépassé 2°5 à Caldas, tandis qu'elle a atteint 8° et peut-être même 12° à Cucos. Dans la deuxième localité, la température paraît être en raison directe du débit, tandis qu'elle paraît être en raison inverse à Caldas.

Les variations de composition paraissent être faibles à Caldas, et l'on manque de données au sujet des autres sources, sauf celle de S. Mamède, qui a d'abord perdu son hydrogène sulfuré, puis a complètement disparu.

Il n'y a qu'une ou deux sources dont la thermalité corresponde à la hauteur des massifs voisins; pour les autres, ces massifs n'ont pas la hauteur suffisante, ou bien les régions basses qui les séparent de la source sont suffisamment étendues pour amener la perte du calorique acquis sous le massif. Il faut donc en rechercher l'origine soit dans la circulation profonde, soit dans l'action volcanique.

Ces sources se groupent comme suit, quant au voisinage des roches éruptives (1).

Amieira. — Contrée sans roches éruptives.

Maceira. — » »

Arrifana. — Ophite à 6 kilomètres.

Caldas à S. Mamède. — Ophite et basalte plus ou moins distants.

Alcaçarias. — Filons de basalte dans la contrée.

Cascaes. — Filons éruptifs dans le voisinage immédiat.

Cucos. — Filons d'orthophyre peu éloignés.

Monte-Réal. — Pointements d'ophite assez rapprochés.

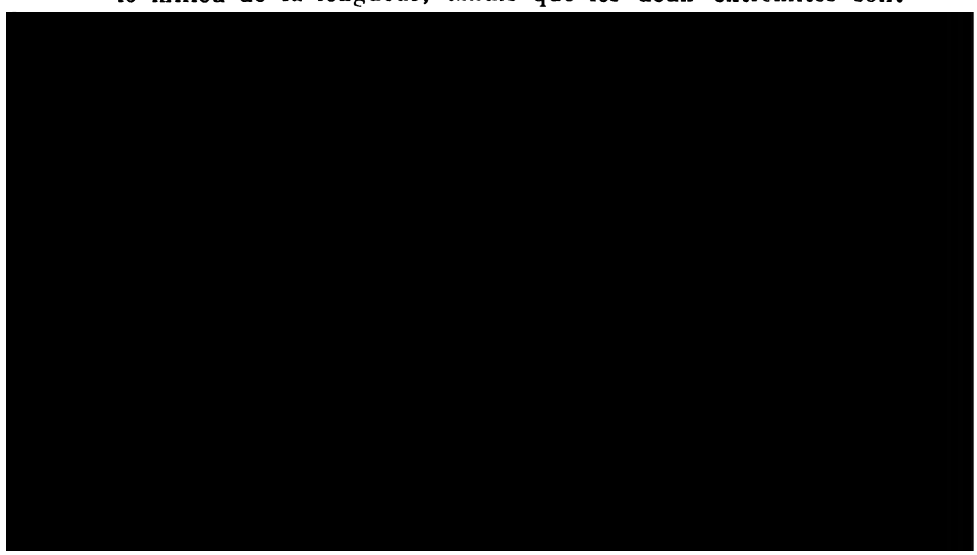
Fervença. — Masses d'ophite et masse de basalte à 5 kilomètres.

Leiria. — Masses d'ophite à 400 mètres.

Les masses éruptives sont tellement répandues dans les terrains secondaires du Nord du Tage, qu'il est difficile qu'un groupe de sources ne se trouve pas dans le voisinage de roches éruptives; néanmoins, nous voyons que c'est le cas pour les groupes Maceira et d'Amieira.

Remarquons en outre que, malgré le grand nombre de griffons de la contrée, il n'y en a pas un seul qui soit contigu à une roche éruptive et qu'ils ne se groupent pas autour des grands massifs éruptifs.

Au contraire, dans l'aire de Caldas, les sources se trouvent vers le milieu de la longueur, tandis que les deux extrémités sont



la thermalité des sources, il n'en est pas de même des dislocations du sol.

Toutes les sources se trouvent alignées soit sur les bords d'une vallée tiphonique, soit sur une faille probable ou visible, à l'exception de celles d'Estoril et de celle de Monte-Réal.

La distance qui sépare les deux extrémités de chaque groupe est de :

150m	*Leiria*	1,100m	Alcaçarias
800m	*Ferrença*	2,000m	Amieira
1,000m	*Maceira*	10,000m	*Caldas.*

Les alignements des sources des contrées non tiphoniques se trouvant au bord d'anciens rivages, on est tenté d'attribuer aux eaux de la mer une participation à la formation de ces sources, tandis que les sources des aires tiphoniques se trouvant au contraire sur le bord opposé à la mer, il en résulte que des dislocations ont arrêté les eaux venant du côté de la terre.

Théoriquement, les lieux d'élection des sources sourdant sur une cassure doivent être les points les plus bas des affleurements de ces cassures, c'est-à-dire des points voisins de leur intersection avec les thalwegs transversaux. En réalité, il n'en est pas toujours ainsi, comme nous l'avons vu pour le groupe de Caldas.

J'ai tenu à faire connaître séparément les sources thermales des aires tiphoniques afin que l'on puisse bien juger de leurs caractères, mais cette distinction en deux catégories n'est justifiée ni par leurs propriétés physiques, ni par leur composition chimique. Chaque groupe a ses conditions particulières.

Toutes ces sources thermales dépendent des dislocations du sol; leur calorique provient soit des montagnes voisines, soit d'une circulation profonde par canaux, soit encore d'une circulation profonde par capillarité.

TABLEAU de l'ordre de succession des principales substances dans quelques sources froides et quelques sources thermales.

t = traces, × présence en faible quantité, sauf pour le gaz.

I. *Sources froides* représentées seulement par deux puits ordinaires de Lisbonne de très mauvaise qualité, deux sources à minéralisation très faible et une source sulfureuse froide (Arsenal).

II. *Sources thermales non en relation avec les aires tiphoniques.* Dona-Clara et Jardim do Tabaco appartiennent au groupe des

Alcaçarias. On n'a pas d'analyses des sources d'Arrifana, dont la minéralisation est probablement très faible.

III. *Sources thermales des aires tiphoniques.* On n'a pas d'analyses de la source de Leiria (faible), ni de la source de Monte-Réal (1), analogue à celles de Caldas. Les eaux de Maceira ne sont connues que par une analyse qualitative.

	I					II				III		
	Coimbre	Tertiaire Lisbonne	Alluv. Lisbonne	Arsenal	Aguas-Santas	Dona-Clara	J. do Tabaco	Estoril(Cascaes)	Ameira	Caldas	Fervença	Cucos
Température...						27°,6	22°	20°	29°	34°,5	28°	39°
Total des matières fixes	0,275	1.956	7,774	22,3	0,219	0.734	0,749	3,894	0.863	3,199	2,076	3.161
Chlorure de sodium.	4	2	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1
» magnésium	.	.	.	2	×	.	×	2	4	5	4	4
» calcium	.	.	.	.	.	.	3	6	.	.	.	.
Sulfate de chaux...	.	3	.	×	6	7	.	4	5	2	5	3
» magnésie	.	.	.	4	3	3	4	3	.	?	.	.
» soude...	.	.	.	5	5	4	.	.	8	3	3	.
» potasse..	×	.	.	3	×	.	.	.	6	7	6	6
Carbonate de chaux.	2	4	.	6	2	2	1	5	2	4	2	2
» magnésie.	1	5	.	7	×	8	.	7	3	6	.	5
» soude.	5	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
» fer.....	3		.	.	×	.	×	.	.	.	.	.
Azotates.....	.	1	2	.	.	5	5	.	.	.	.	.
Silice.....	.	.	.	×	×	6	×	8	7	8	7	7
Acide sulfhydr.	.	.	.	×	×	.	.	.	.	×	.	.
» carboniq.	×	.	.	×	?	×	×	×	×	×	.	×
Azote.....	.	.	.	.	.	×	×	.	.	×	.	.

NOTE SUR LES PHÉNOMÈNES DE RECOUVREMENT DES ENVIRONS DE TOULON,

par M. Ph. ZÜRCHER (1).

(Pl. I et II).

Le massif des Maures forme sur la côte de Provence, entre Toulon et Fréjus, un ensemble constitué pour la plus grande partie par des terrains cristallophylliens.

Les sédiments houillers et permiens, dont quelques îlots existent dans le centre de ce massif, l'entourent d'une marge très régulière, au-delà de laquelle s'étagent vers le Nord les couches plus récentes, triasiques et autres, qui constituent la région provençale calcaire.

Si l'on examine la ligne de séparation entre le massif cristallophyllien et les terrains plus récents qui l'environnent ainsi, on peut constater, à l'aspect des cartes géologiques (Feuilles de Marseille, Toulon, Draguignan), que, sauf en quelques points exceptionnels, le contact ne paraît pas être l'effet d'une superposition normale.

Entre Carnoules et Fréjus, une grande faille, à tracé très régulier, a été indiquée comme formant la séparation dont nous venons de parler. Plus à l'Ouest, aux environs de Toulon, les contours de la limite des terrains cristallophylliens sont au contraire d'une complication extrême, et ils montrent d'autre part cette curieuse disposition, mise en évidence par M. M. Bertrand dans la légende de la feuille de Toulon, à savoir que le contact des assises anciennes a lieu presque partout avec les couches les plus récentes de la série permo-triasique.

Le difficile problème consistant à élucider les rapports existant entre les terrains situés de part et d'autre de cette limite était ainsi posé quand le percement d'un tunnel de dérivation de l'Eygoutier, entre le Pont de la Clue et la mer, est venu apporter un élément des

(1) Communication faite dans la séance du 12 septembre 1892; manuscrit remis le 5 mars 1893; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 25 juillet 1893.

plus importants pour sa solution en montrant en ce point une superposition patente des phyllades au Muschelkalk et au grès bigarré.

Nous avons fait connaître en détail, en collaboration avec notre confrère et ami, M. M. Bertrand (1), les dispositions de cette curieuse région, où les phyllades en superposition anormale, témoins indiscutables d'un grand pli couché dont ils constituaient le noyau, se présentent sous la forme d'une étroite bande que des mouvements postérieurs ont pincée dans les terrains recouverts, et protégée ainsi contre les érosions.

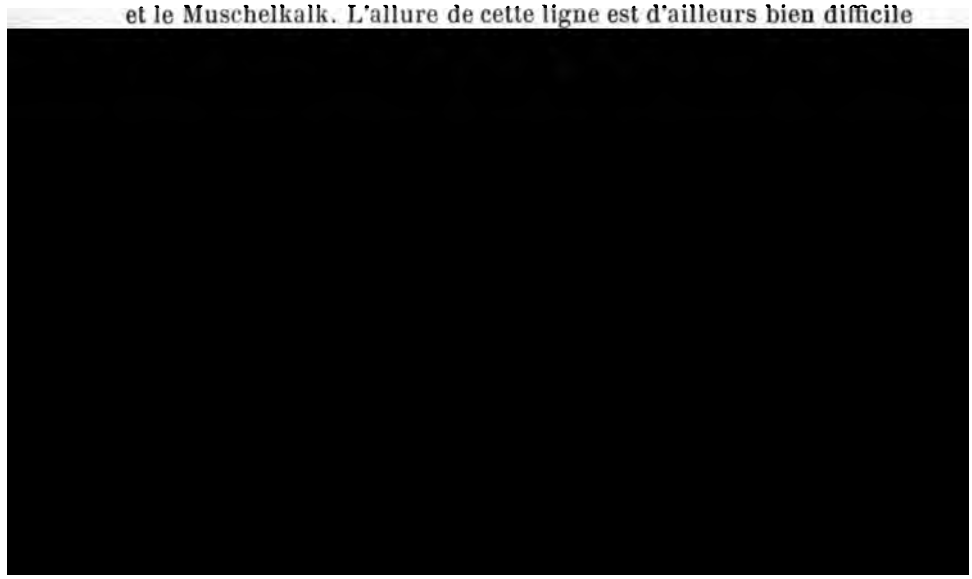
Cet indice si remarquable appelait de nouvelles études dont les résultats font l'objet de la présente note.

Pour décrire les phénomènes observés, nous suivrons de proche en proche le bord des massifs anciens.

Le premier point intéressant qui se présente ainsi est le pied Nord de la montagne de Six-Fours, aux abords de la petite chapelle de Pépiole, bâtie sur un affleurement très réduit de Muschelkalk (Pl. I, coupe n° I).

La coupe, à partir du fort qui couronne la hauteur, montre, au-dessus des phyllades, une grande masse de quartzites constituant la partie supérieure de la formation, puis, en stratification concordante, des poudingues et des grès d'une grande puissance représentant le Permien inférieur. Ces couches forment la colline située au Nord du chemin qui passe au hameau des Playes, et ce n'est qu'à la partie tout à fait inférieure de son versant Nord que l'on voit apparaître inopinément le Muschelkalk, sans que ni l'immense épaisseur des couches rouges du Permien supérieur ni le grès bigarré se soient montrés.

Une ligne de discontinuité existe donc entre le Permien inférieur et le Muschelkalk. L'allure de cette ligne est d'ailleurs bien difficile



les alluvions d'abord, puis la rade de Toulon, et suivre enfin la partie basse du versant Nord de la hauteur du fort Lamalgue (Pl. I, coupe n° II).

Les phyllades forment le sommet du coteau, et c'est au pied, près de l'église du Mourillon, puis dans les fossés du fort Lamalgue, que l'on peut voir leur succéder, non plus le Permien inférieur, mais les schistes entremêlés de quelques bancs de poudingues, avec veines de charbon et nombreux débris végétaux, du terrain houiller.

A l'église du Mourillon, il y a renversement bien net des schistes sur le Houiller. Cette tendance s'atténue au passage des fossés du fort, où les couches sont à peu près verticales, puis la limite s'enfonce sous les alluvions des bords de l'Eygoutier, au-dessous desquelles on a trouvé le terrain houiller et où on a même fait quelques recherches de combustible minéral. Il faut, pour la retrouver, remonter le lit du cours d'eau pendant plus d'un kilomètre. On rencontre alors un nouvel affleurement du terrain houiller, grossièrement triangulaire, puis ce sont de nouveau les phyllades qui bordent les alluvions jusqu'au pont de l'Eygoutier.

Si l'on continue à suivre à partir de ce point la limite des phyllades, on la voit s'élever sur la colline qui domine en falaise le cours du ruisseau, et on peut constater en même temps que le Muschelkalk apparaît au Nord de cette limite avec sa puissance ordinaire, et un pendage peu accentué vers le Sud (Pl. I, coupe n° V, partie Nord).

Puis tout à coup les phyllades s'arrêtent, et on ne rencontre, en continuant à avancer vers l'Est, que du Muschelkalk ne paraissant pas accidenté de failles notables, et allant, un peu plus loin, reposer, à très peu près normalement, sur le grès bigarré.

La limite des schistes à filons de quartz se replie là de près de 180° et il faut, pour la suivre, revenir à peu près sur ses pas. On la voit alors séparer les phyllades des bancs du Muschelkalk peu inclinés vers le Nord (coupe n° V), puis des couches rougeâtres du grès bigarré. Le Muschelkalk reparaît ensuite le long de la faille qui se retourne vers le Sud, et se montre là très nettement stratifié, avec pendage de 15° à 20° vers le Nord-Ouest. Il forme toujours une bande assez étroite, et repose à l'Est sur le grès bigarré. Un point important est la constatation, dans une carrière abandonnée, de la présence de couches rouges de grès bigarré au-dessous du front d'attaque, et de l'épaisseur relativement très faible du Muschelkalk, qui n'a pas là plus de 20^{m} de puissance.

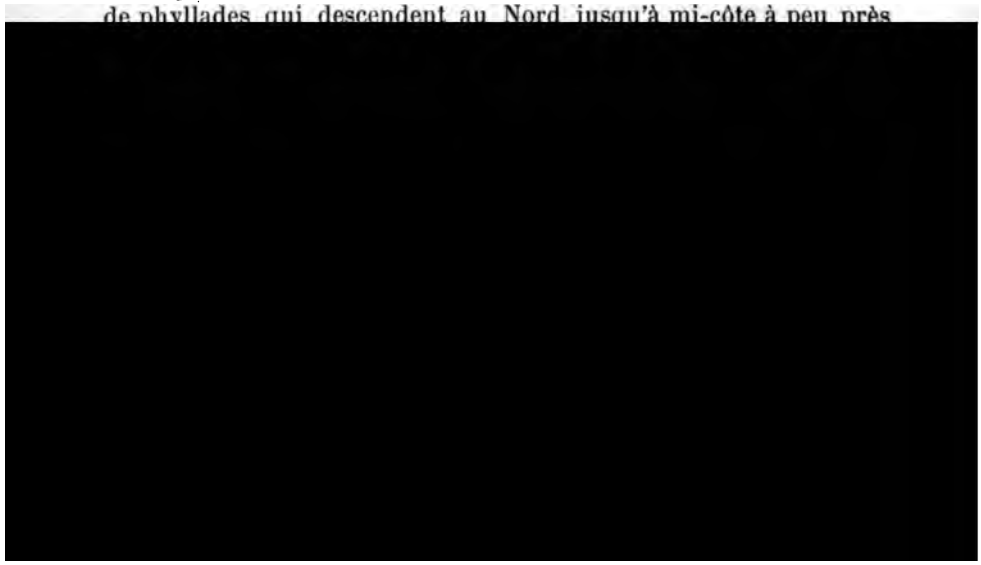
Ce coin de la banlieue de Toulon est extrêmement morcelé. Bien des *bastides* qui y sont installées, et dont les clôtures et les cultures sont, soit dit en passant, une sérieuse gêne pour l'étude du terrain, ont donné lieu au creusage d'un puits. Plusieurs de ces sondages nous ont permis, grâce à l'obligeance des propriétaires, de recueillir de précieux renseignements sur la nature du sous-sol dissimulé sous la terre végétale.

En particulier, au point où nous en sommes arrivé, un puits, percé dans les phyllades sur une dizaine de mètres, est arrivé dans des masses noires charbonneuses évidemment houillères. Là donc, au voisinage immédiat de la limite des phyllades et du Muschelkalk, la présence du houiller renversé sous les schistes est prouvée d'une façon certaine (Pl. I, coupe n° III).

La faille traverse ensuite le chemin dit des Améniers, près du col de la Serinette, et subit là une nouvelle inflexion qui lui donne la direction de l'Est. La coupe reste à peu près la même : le Muschelkalk repose au Nord sur le grès bigarré et vient disparaître au Sud au contact des phyllades.

A l'Est de la hauteur que couronne la campagne Fabry, au voisinage de laquelle des travaux de mine ont été autrefois entrepris sans succès pour l'exploitation d'un filon de pyrite et de cuivre gris avec quartz dans les phyllades, le Muschelkalk disparaît, et avec ce témoin solide se cache aussi la limite des phyllades qui butent là, au milieu des terres cultivées, contre les couches du grès bigarré (Pl. I, coupe n° V, partie Sud).

La réapparition du calcaire conchylien motive une nouvelle ondulation dans laquelle on observe toujours la même coupe, avec ce trait spécial, cependant, que tout le sommet de la colline est formé de phyllades qui descendent au Nord jusqu'à mi-côte à peu près



sont en grande majorité formés de quartz en fragments anguleux, le calcaire figurant en très faible quantité parmi eux, tandis qu'à droite et à gauche de cette direction le calcaire domine et même se montre seul. On peut déduire de ce fait la très probable prolongation de l'affleurement des phyllades suivant cette direction, et considérer cette prolongation comme d'autant plus certaine que l'on aboutit ainsi à la petite bande de schistes en place dont le prolongement évident, qui passe au-dessus du tunnel du Pont de la Clue, a pu être reconnu, d'une façon certaine, comme formant une masse de recouvrement.

En approchant de l'anse de Sainte-Marguerite, les cailloux de quartz sont entourés de terre rouge, puis, au voisinage des schistes qui affleurent dans le petit chemin de descente à la mer, on voit des fragments importants de marnes rouges et de grès qui appartiennent au Permien ou au grès bigarré (Pl. I, coupe n° VI). Ces lambeaux sont sans doute les vestiges des couches renversées du flanc médian du pli, dont on peut, un peu plus loin, ainsi que nous avons pu le constater avec M. M. Bertrand, voir la place dans une coupe très nette, au-dessus des rochers de Muschelkalk que la mer baigne au pied de la propriété Tassy (Pl. I, coupe n° XI).

Ces mêmes grès se continuent, d'ailleurs, à côté des phyllades dans la propriété d'Audiffret dite « La Germaine » et disparaissent avec eux quand on arrive à la colline de Muschelkalk située à l'Est de la maison d'habitation (Pl. I, coupe n° VII).

L'interruption de la bande formée par les schistes quartzeux est de peu de durée, on les retrouve en effet à moins d'un kilomètre dans l'Est, à l'extrémité orientale de la belle plage du quartier dit « le Pin de Galle ».

Les phyllades sont là en contact avec le Muschelkalk d'abord, puis avec les poudingues à éléments quartzeux roulés du grès bigarré. En suivant la limite Nord de l'affleurement, on voit un peu plus loin quelques bancs bien en place de Muschelkalk réapparaître le long de la faille, qui disparaît, au Pradet même, dans les alluvions de la plaine de la Garde.

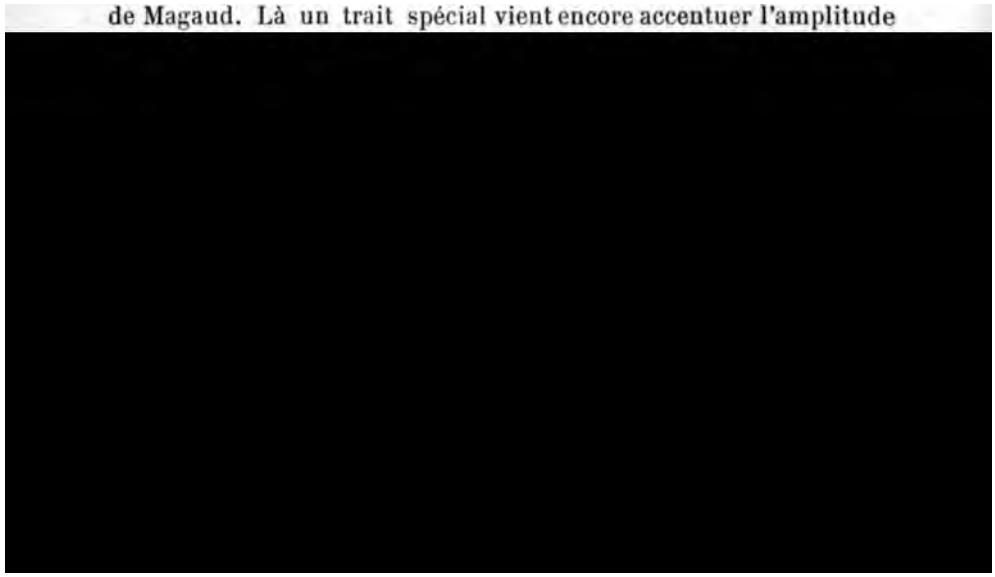
La ligne de discontinuité reparaît au Nord-Est du petit monticule de l'Artaude, et se montre jalonnée là encore par du Muschelkalk peu incliné (Pl. I, coupe n° VIII), puis elle se recourbe brusquement et prend la direction du Sud-Ouest, formant sur une longueur importante la limite du grès bigarré et des phyllades, et s'infléchissant encore graduellement jusqu'à devenir Est-Ouest ; elle remonte même ensuite un peu vers le Nord, en suivant la direction moyenne du

rivage. Deux caps successifs s'avancent dans la mer, séparés par la pittoresque calanque de Bonnette, creusée dans les phyllades. Le premier est formé de grès bigarré pendant d'une façon très accentuée vers le Nord (Pl. I, coupe n° IX), le second est constitué par du Conchylien dont les couches forment un dôme à inclinaison générale peu marquée (Pl. I, coupe n° X).

La faille plonge ensuite dans la mer, mais sa direction prolongée va rencontrer à peu de distance la ligne de discontinuité du Pin de Galle, et le contour fermé ainsi dessiné montre une pointe tendant à peu près vers l'extrémité de la bande de la Germaine.

Nous sommes conduit ainsi, par continuité, à poursuivre notre examen en suivant la limite sud de la bande de schistes de la propriété d'Audiffret, de l'affleurement de l'anse de Ste-Marguerite, et par conséquent de la zone de phyllades dont nous connaissons déjà la bordure septentrionale.

Nous retrouvons là, au-dessus du tunnel du Pont de la Clue, la coupe dont nous avons donné la description dans notre communication à l'Académie des Sciences, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut, et qui comprend, au-dessus du Muschelkalk, une mince couche des grès et argiles rouges du Permien, puis des quartzites qui montrent par leur position en dessous des phyllades le renversement de la série. Un cortège analogue, quoique moins net, accompagne au Sud la bande de phyllades de l'anse de Ste-Marguerite, puis disparaît et laisse les schistes en contact avec le Muschelkalk (Pl. I, coupes n° VII et n° XI). La ligne de discontinuité que trace cette limite, en sortant du beau bois de pins de Ste-Marguerite, va traverser, au milieu de terrains cultivés, la route de Toulon, et vient enfin s'enfoncer dans la mer à l'Est de la charmante calanque de Magaud. Là un trait spécial vient encore accentuer l'amplitude



permiens, et même quelques poudingues avec lits noirâtres probablement houillers (Pl. I, coupe n° IV, partie Sud).

Le Muschelkalk de cette région, depuis Ste-Marguerite, où il forme de hautes falaises, jusqu'au point où nous sommes parvenu, est, ou bien horizontal, ou bien plongeant modérément vers le Nord. Dans les falaises de Ste-Marguerite, quelques plissements assez énergiques peuvent y être observés, plus loin ils s'atténuent et les couches deviennent très régulières.

Le golfe du Port-Méjean, qui s'ouvre à l'Ouest de la calanque de Magaud, en reproduit en grand la disposition : le fond de l'anse est formé par les schistes, et les deux caps sont constitués par du Muschelkalk. Le cap de l'Ouest est appelé le Cap Brun, il montre, comme son analogue de l'Est, le Muschelkalk plongeant vers le Nord et dominé de ce côté par l'imposante hauteur composée de phyllades qui supporte le fort du Cap-Brun. Les rochers du cap inférieur sont, comme le sommet, garnis d'ouvrages de fortification ; le chemin qui longe les batteries montre des masses de phyllades bien en place dans le talus Nord du chemin, de ce côté en déblai ; au contraire, du côté Sud, la batterie est en remblai au-dessus de bancs de Muschelkalk, qui paraissent presque horizontaux (Pl. I, coupe n° XIII, vues du Cap-Brun du Sud et de l'Ouest).

En continuant à marcher vers l'Ouest, on voit à nouveau la ligne de discontinuité se perdre dans la mer, et la côte redevient extrêmement boisée et pittoresque, caractère qu'elle doit à ce que les falaises qui la constituent, les rochers aux formes bizarres qui s'avancent dans la mer sont composés de phyllades et de quartzites.

Pour retrouver la faille il faut franchir la belle rade foraine des Vignettes qui s'étend devant le faubourg du Mourillon, passer devant le cap de la Grosse Tour qui limite à l'Est la rade militaire de Toulon, en traverser la passe d'entrée, et aborder enfin à la pointe dite de Balaguier, où le Muschelkalk reparaît sous forme d'une haute falaise, fidèlement suivi par les phyllades qui constituent le cap de l'Eguillette, situé à moins d'un kilomètre au Nord de Balaguier (Pl. I, coupe n° XIV).

Le contact des deux formations est peu visible, mais ce que l'on peut facilement constater, c'est que les bancs du Muschelkalk conservent leur pendage vers le Nord, de même qu'au cap Brun et à Sainte-Marguerite.

En avançant vers l'Ouest, la difficulté d'observation continue : on voit le Conchylien au bord de la mer, on constate que les phyllades forment la crête, mais sur le versant du coteau, que couvrent les

luxueuses villas et les magnifiques jardins de Tamaris, et en particulier la spendide résidence du créateur de cette ravissante station, M. Michel Pacha, on ne peut voir aucun affleurement en place.

Il en est tout autrement un peu plus encore vers l'Ouest, grâce aux déblais effectués pour la route de Tamaris à la Seyne (Pl. I, coupe n° XV). On peut voir en effet, à peu de distance de la villa qui a été illustrée par le séjour de Georges Sand, les bancs calcaires du Muschelkalk, surmontant régulièrement le grès bigarré, disparaître au contact des phyllades en conservant une horizontalité presque parfaite. Au contact, des sédiments gréseux rouges affleurent très nettement et appartiennent sans doute au Permien.

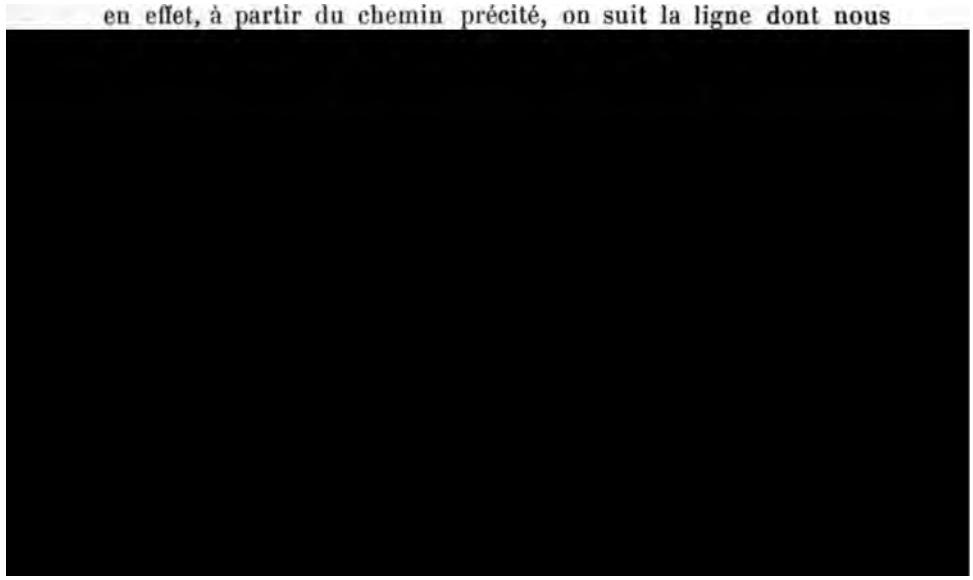
Le même phénomène, sauf la présence du Permien, se continue vers l'Ouest, et on peut observer dans les carrières dites de l'Evesca un nouvel exemple de la disparition des bancs horizontaux du Conchylien au pied d'une colline de schistes.

On voit ensuite le Muschelkalk céder la place, au pied des collines de phyllades, au grès bigarré, puis au Permien, et la ligne de discontinuité est de nouveau oblitérée par les éboulis et les cultures. La grande masse d'alluvions qui remplit la vallée de Pas-de-Loup vient enfin interrompre la faille.

Ce n'est plus vers l'Ouest qu'il faut en chercher la continuation; on se trouve en présence, en effet, de ce côté, d'affleurements uniquement constitués par des phyllades.

L'examen de la carte montre d'ailleurs que le prolongement de la limite des phyllades et du Permien se trouve à l'Est du chemin de la Seyne à Notre-Dame de la Garde.

L'étude minutieuse de cette dernière partie du contour si compliqué de la formation schisteuse est extrêmement intéressante. Si en effet, à partir du chemin précité, on suit la ligne dont nous



En effet, le pendage des couches de grès est, dans la hauteur du pin d'Août, vers l'Ouest, et il se montre très régulier vers le Sud quand on remonte le frais vallon affluent du ravin des Gabrielles, dans lequel passe le sentier de la batterie de Peyras.

De plus, à mi-hauteur du monticule du pin d'Août, et suivant une ligne d'affleurement qui va ensuite former la crête qui aboutit à la pointe des Baux-Rouges, on peut constater la présence des bancs caractéristiques de poudingue quartzeux à cailloux roulés, qui permettent de reconnaître le grès bigarré.

Au-dessus comme au-dessous de ces couches spéciales, la nature du terrain semble la même et se compose de grès et d'argiles rouges comme ceux qui constituent le Permien de la région.

La falaise dans laquelle la limite des phyllades descend vers la mer est très abrupte et d'une exploration difficile, même périlleuse. Nous avons préféré la visiter en bateau et il a été facile d'observer alors que la pente raide qui aboutit à la côte et qui est couronnée par des phyllades bien en place, formant une sorte de corniche légèrement saillante, laisse apercevoir, au milieu des éboulis schisteux et quartzeux, les couches rouges du Permien ou du grès bigarré.

On voit en même temps très nettement, de la mer, que la couche dure et blanchâtre du poudingue de grès bigarré plonge vers le Sud (Pl. I, coupe n° XVII, vue des pentes abruptes au Sud des Baux Rouges).

Tels sont les faits observés; nous avons tenu à ne les accompagner de réflexions théoriques que lorsque, comme au tunnel du Pont de la Clue, la certitude la plus absolue nous a permis de parler de la position anormale des phyllades et de l'existence, entre eux et le Muschelkalk, de couches appartenant à coup sûr au flanc étiré du pli.

Dans toutes les autres occasions, nous nous sommes borné à l'énoncé pur et simple des constatations faites sur le terrain.

Si nous l'avons fait ainsi, c'est que l'interprétation des faits nous paraissait inutile, c'est que ces faits parlent eux-mêmes et que la seule conclusion à laquelle on puisse arriver, après cette promenade un peu longue et relativement monotone, consiste à admettre que l'ensemble des phyllades des environs de Toulon, et avec eux le Permien inférieur de Six-Fours et le terrain houiller du fort Lamalgue, constitue, au nord d'une ligne Est-Ouest voisine de la projection de la crête de Sicié, une masse de recouvrement superposée au Trias et au Permien supérieur.

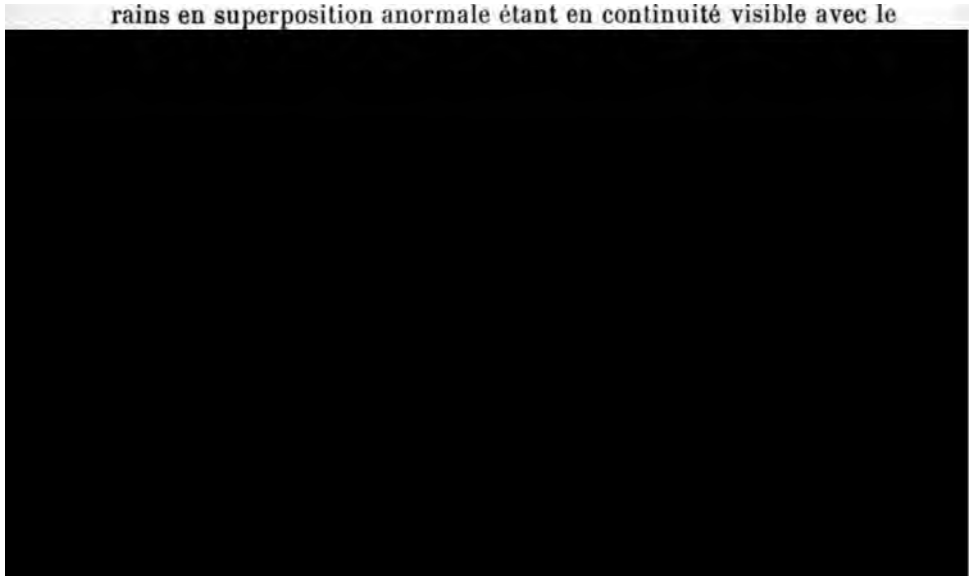
La disposition en synclinal, à axe horizontal ou à peu près, est en effet évidente en tous les points du contour des phyllades et des couches immédiatement supérieures qui les accompagnent ; nous n'avons pas à insister sur ce fait que M. M. Bertrand faisait d'ailleurs remarquer, ainsi que nous l'avons dit plus haut, dans la note explicative de la feuille de Toulon.

Et dès lors, la seule hypothèse qui pourrait être avancée serait l'existence de plis couchés, suivant à une certaine distance en arrière la limite que nous avons parcourue et en reproduisant l'allure sinueuse par des raccordements entre plis de sens contraire ou de même sens.

Mais cette hypothèse est nettement contredite par l'existence de la masse du Pradet, dont il paraît absolument impossible de faire une sorte de champignon constitué par un pli couché vers l'extérieur de cet îlot.

Au contraire, la supposition d'un grand débordement des phyllades sur les couches triasiques ne peut soulever aucune objection ; elle explique sans difficulté tous les détails si divers des phénomènes que nous avons décrits, elle justifie enfin un fait qui paraîtrait autrement bien anormal, c'est la limitation au monticule du Nord de Six-Fours des couches permiennes inférieures, à la basse vallée de l'Eygoutier des couches houillères. Dans l'hypothèse d'un recouvrement, au contraire, rien de plus naturel que cette limitation du gisement de ces dépôts aux seuls points du voisinage de Toulon où l'on peut observer en place les couches immédiatement supérieures aux phyllades.

Les conclusions de la note insérée aux comptes rendus de l'Académie des Sciences se trouvent ainsi pleinement justifiées, les terrains en superposition anormale étant en continuité visible avec le



Nous voulons parler de ce fait que la surface de discontinuité séparant la masse de recouvrement du substratum se montre dans toutes les coupes assez inclinée sur l'horizontale, quelquefois relevée presque verticalement, et possède par suite une pente bien différente de celle qu'elle devrait avoir si elle était restée ce qu'elle a été aussitôt après le phénomène grandiose qui lui a donné naissance.

On conçoit que cette allure de la surface de glissement ait pu faire songer à l'existence de failles ordinaires pour expliquer les anomalies de la région, et qu'il ait été nécessaire de faire ressortir toutes les impossibilités d'une telle interprétation, d'accumuler les preuves en faveur d'une autre explication, pour combattre les doutes qui s'étaient ainsi élevés.

Si l'on étudie d'ailleurs de plus près l'inclinaison de la surface de discontinuité, on peut constater :

1° Que cette inclinaison est de même sens que le pendage des couches de substratum.

2° Et que ce pendage est toujours vers le Sud sur les limites septentrionales de la masse de recouvrement, vers le Nord sur les limites méridionales.

L'ensemble de ces constatations permet alors de reconnaître que les modifications d'inclinaison de cette surface se coordonnent très nettement pour montrer que des plissements secondaires l'ont disloquée, et que le phénomène de pincement des phyllades en recouvrement dans un pli du Muschelkalk et du grès bigarré, observé à Sainte-Marguerite, est ainsi susceptible d'une remarquable généralisation.

On voit de cette façon se dessiner deux synclinaux grossièrement parallèles, correspondant aux deux caps regardant l'Est que présente le contour de la masse de recouvrement.

Ces synclinaux sont naturellement accompagnés d'anticlinaux limitrophes, dont l'un, le plus méridional et aussi le plus important, justifie l'existence de la chaîne bien caractérisée par les hauteurs de St-Elme, le Lazaret, et la Croix des Signaux, se prolongeant encore au-delà de la mer par la colline Noire. Les pendages des couches, dans cette chaîne, dessinent nettement l'allure de ce pli.

Un deuxième anticlinal est bien indiqué par la sinuosité des affleurements dans la région des Améniers et par l'existence de la hauteur de Ste-Musse.

Le flanc sud d'un dernier pli de même nature est enfin marqué par le pendage du Trias de la chapelle de Pépiole et du pont de l'Eygoutier (Pl. I, coupes n° XVIII et XIX).

Il ressort de ce que nous venons de dire une analogie bien frappante entre la région de Toulon et celle du Beausset, où l'on trouve de même une grande masse de recouvrement ayant été l'objet de plissements secondaires dont le plus méridional est le plus important, ainsi que l'a montré dans une note récente M. M. Bertrand (1).

L'anticlinal de la presqu'île de Cépet serait ainsi l'analogue de celui du Gros-Cerveau, et les plis des Améniers et de la limite Nord correspondraient aux rides dont l'ilot de recouvrement du Beausset montre les traces.

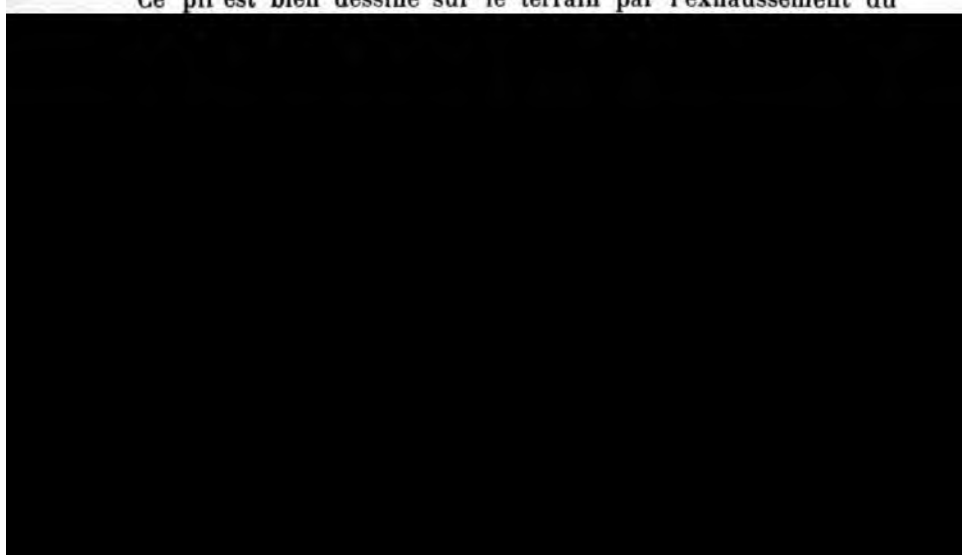
Cette analogie de constitution de deux régions aussi voisines nous paraît permettre, en l'absence de caractères précis pouvant déterminer l'âge des deux dislocations du voisinage de Toulon, d'émettre l'hypothèse très probable que les phénomènes de recouvrement d'abord, puis les plissements secondaires qui se correspondent si bien les uns aux autres ont été contemporains.

Les plis qui viennent d'être décrits ne paraissent pas être les seuls accidents qui aient modifié la position originelle de la surface de discontinuité et des autres éléments du pli couché.

On peut en effet remarquer sur la carte que le synclinal de Sainte-Marguerite, qui se continue certainement, en s'élargissant, suivant l'axe de l'îlot du Pradet, présente un peu à l'Est du tunnel du Pont de la Clue une portion dans laquelle les phyllades n'ont pas résisté aux érosions.

Nous pensons que cette particularité a été causée par un pli secondaire, à peu près N.-S., dont l'action a troublé la continuité du synclinal auquel il est à peu près perpendiculaire et en a modifié localement l'amplitude et l'ouverture de façon à l'annuler même sur une certaine longueur.

Ce pli est bien dessiné sur le terrain par l'exhaussement du



la structure de la région qui s'étend vers l'Est et d'en arriver ensuite à connaître avec plus d'exactitude la tectonique du massif des Maures.

L'étude à faire ainsi est rendue difficile par la réduction du nombre des termes de la série géologique qui ont pris part aux mouvements, et aussi par l'extension des alluvions dans la plaine d'Hyères et la vallée du Réal-Martin. Elle promet cependant d'offrir un grand intérêt, si l'on en juge par les complications que montre la répartition topographique des terrains et des reliefs, et aussi par les caractères que paraît présenter la situation du Permien dans la grande vallée de Collobrières et dans les dépressions analogues, quoique de moins d'importance, qui se trouvent au Sud, ainsi que le long de la faille qui limite le massif des Maures vers le Nord. Nous nous bornerons à indiquer, à ce sujet, que l'on peut constater que le mouvement de chevauchement vers le Nord s'étend très loin de Toulon, car dans l'un des rares points où l'abondance des éboulis sur les pentes ravinées du Permien permet d'observer le contact de ce dernier terrain avec le massif cristallophyllien, une tranchée de la route de Gonfaron à Collobrières montre que ce contact a lieu par une surface de discontinuité présentant un pendage de 45° environ vers le Sud, et suivant laquelle, par suite, les phyllades débordent largement sur les couches permiennes.

RECHERCHES
SUR LE LEPIDODENDRON SELAGINOIDES, STERNB. (1),

par M. Maurice HOVELACQUE.

Le travail que nous avons l'honneur d'offrir à la Société géologique de France a été imprimé dans les *Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie*, qui avaient cessé de paraître depuis 1872, et dont la publication vient d'être reprise. Cette étude anatomique comprend la description de douze spécimens, pris parmi les nombreux échantillons que nous avons entre les mains et qui proviennent du Houiller inférieur d'Angleterre et de Westphalie. Après avoir consacré un chapitre spécial à la Bibliographie, nous donnons une description anatomique nouvelle d'un spécimen de *Lepidodendron selaginoides*, que nous choisissons pour type. Nous consacrons ensuite des paragraphes spéciaux à la trace foliaire et au coussinet foliaire. Puis nous étudions comparativement les diverses sections qui font l'objet de ce mémoire. Nous terminons par une série de conclusions, dont nous voulons signaler à la Société les plus importantes, dans ce court aperçu.

La région axiale du bois primaire, composée d'un mélange de vaisseaux scalariformes, de cellules ligneuses réticulées et de fibres primitives recloisonnées, ne doit pas être regardée comme un tissu médullaire, mais bien comme une portion de la masse ligneuse primaire, que l'on pourrait comparer au tissu central des faisceaux multipolaires larges. La couronne vasculaire formée

à la surface du stipe. Tout cet ensemble de tissus représente la masse ligneuse primaire, dont le sens de la différenciation est centripète et dont la majeure partie forme la masse réparatrice, les bandes et pointements trachéens ne représentant que la portion sortante.

Le liber du stipe de *Lepidodendron selaginoides*, rarement conservé dans toute son étendue, est remarquable par sa grande différenciation. Le tissu grillagé, en effet, est formé par des massifs de très grosses cellules grillagées, disposées en séries radiales et tangentielles et séparées par de petits éléments parenchymateux, rangés, eux aussi, radialement et tangentiellement. Ces massifs grillagés sont rarement conservés. Au contraire, le tissu libérien parenchymateux se voit presque toujours et se compose d'une zone interne et d'une zone externe, ou péricambiale, dont les éléments sont disposés en séries concentriques. Ces deux zones sont réunies par des piliers obliques, séparant les massifs grillagés les uns des autres, qui ont, sur une section transversale, l'aspect de trabécules radiaux et qui sont parcourus par les traces foliaires. Celles-ci, réduites à leur portion ligneuse dans la partie interne du liber, deviennent libéro-ligneuses dans la zone péricambiale, par suite de la différenciation en un petit îlot grillagé de la partie du liber située au dos de la trace foliaire.

L'écorce qui entoure le système libéro-ligneux est très épaisse. La seule particularité à signaler est la différenciation de la partie de la zone moyenne de l'écorce interne, située au dos des traces foliaires qui la traversent. Il se forme, de la sorte, un tissu spécial, ou parichnos, que M. Bertrand a déjà rencontré chez le *Lepidodendron Harcourtii* et qui accompagne la trace foliaire jusque dans la feuille.

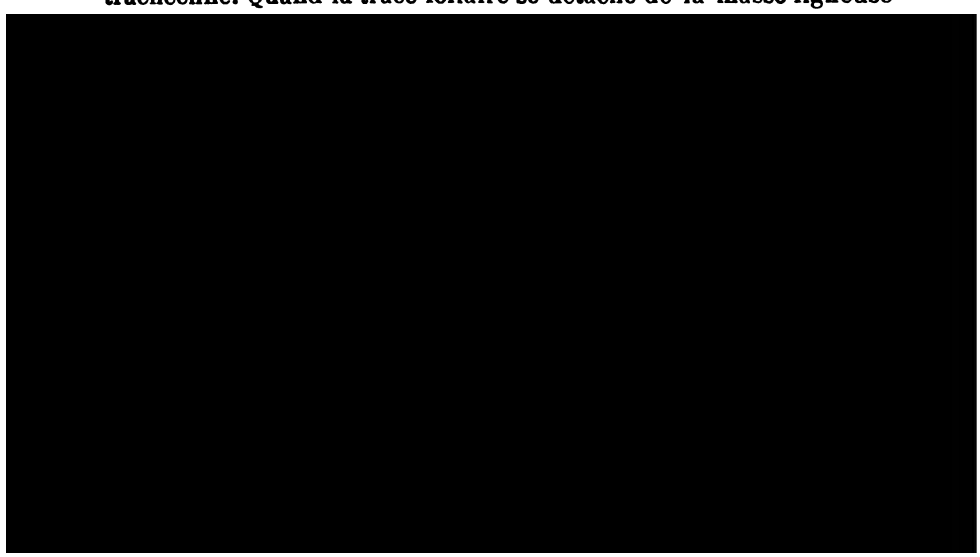
Les coussinets rencontrés par une coupe transversale peuvent se diviser en deux séries alternant entre elles. Ceux de la première série ont une grande section ; ils sont coupés vers leur milieu et situés sur le trajet des hélices foliaires qui partent des pointements trachéens. Les coussinets de la seconde série ont une petite section et sont coupés vers leurs extrémités ; ils correspondent aux bandes trachéennes. La disposition des coussinets est donc exactement la même que celle des bandes et pointements trachéens. On voit aussi que le nombre des coussinets, rencontrés sur une section transversale, est double de celui des hélices foliaires suivant lesquelles sont disposées les traces foliaires.

Outre ces tissus primaires, le stipe du *Lepidodendron selaginoides*

présente des productions secondaires. C'est d'abord du bois secondaire formé par une zone cambiale, qui apparaît entre le bois primaire et le liber, en un point d'où cette formation s'étend peu à peu de chaque côté. Ce bois secondaire, absolument indépendant du bois primaire, se montre tantôt sous forme d'un arc plus ou moins étendu, tantôt sous forme d'un anneau complet,souvent plus épais au point où il a apparu en premier lieu. Sa croissance est centrifuge. L'étude du bois secondaire prouve qu'il s'est formé très rapidement et que les rameaux qui nous occupent ont été fossilisés pendant une période de ralentissement dans la végétation.

Le second tissu secondaire est un liège qui se montre de très bonne heure, avant le bois secondaire, et qui se développe entre l'écorce moyenne et la zone des coussinets. Ce liège apparaît d'abord par places, en face des coussinets. Il se forme donc, au début, des arcs isolés qui, s'étendant peu à peu à droite et à gauche, déterminent un anneau continu. Celui-ci se développe aux dépens de l'écorce moyenne qui diminue d'épaisseur à mesure que le liège augmente. La croissance du liège est centripète. Quand le liège est fort épais, on y distingue plusieurs zones dont certaines, formées à des périodes de ralentissement dans la végétation et caractérisées par des éléments plus petits, constituent des zones de moindre résistance, suivant lesquelles pouvaient se produire des décorticatations.

La trace foliaire débute par une bande tangentielle qui prend naissance à la droite d'un pointement trachéen saillant. Peu à peu, elle s'individualise, augmente d'importance et fait de plus en plus saillie. Arrivée à cet état, la bande, devenue pointement, émet à son tour, à sa droite, une expansion latérale, ou nouvelle bande trachéenne. Quand la trace foliaire se détache de la masse ligneuse



casparyenne, s'étale en se rapprochant de la surface et se bifurque en deux lobes qui vont aboutir, sur la cicatrice foliaire, aux deux cicatricules en parenthèses, situées à droite et à gauche de la cicatricule libéro-ligneuse.

Prise dans son ensemble, la trace foliaire du *Lepidodendron selaginoides* présente un assez grand degré de polarisation. Ainsi, en allant du centre à la périphérie, nous trouvons d'abord la portion ligneuse de la trace foliaire, puis sa portion libérienne et enfin le parichnos. En ne considérant même que le bois, les trachées sont localisées en avant et sur les côtés, tandis que les vaisseaux rayés et scalariformes sont situés en arrière. Malgré cette constatation, nous pensons que cette masse foliaire est encore une masse ligneuse indéterminée qui présente toutefois une tendance indiscutable vers le faisceau unipolaire à différenciation unilatérale. Nous n'avons pas observé de bois secondaire dans la trace foliaire du *Lepidodendron selaginoides*.

Le nombre des traces foliaires que l'on rencontre sur une même section transversale est variable et en rapport direct avec le calibre du rameau. Toutes ces traces sont distribuées suivant des hélices dextres. Il y a cinq traces par hélice : la première forme le pointement trachéen ; la seconde et la troisième sont situées dans le liber ; la quatrième dans l'écorce interne ; et la cinquième soit dans l'écorce moyenne, soit dans le liège, soit dans la zone des coussinets.

Nous ne reviendrons pas ici sur la forme des coussinets foliaires que nous avons indiquée précédemment, dans le *Compte-rendu sommaire n° 18* de la séance du 7 décembre 1891, p. 3. Nous ne dirons quelques mots que de leur structure. Le coussinet est formé par un parenchyme fondamental très épais, que limite extérieurement (sauf sur la cicatrice foliaire), un épiderme souvent renforcé par du liège. Au milieu de ce parenchyme se montre la trace foliaire, accompagnée, en arrière, de deux lobes de parichnos. En avant de la partie ligneuse, on voit que les fibres primitives antérieures deviennent plus nombreuses et forment bientôt une plage de petits éléments constituant le tissu diaphragmatique d'insertion de la ligule. Ce tissu s'écarte peu à peu de la trace foliaire et aboutit à la base de la chambre ligulaire. C'est sur lui que s'appuie la ligule. Celle-ci est souvent adhérente plus longtemps à la paroi postérieure de la chambre qu'à sa paroi antérieure. La ligule est uniquement formée de parenchyme, recouvert d'une couche épidermique ; il n'y a pas trace de faisceau. La ligule n'est complète-

ment libre que sur une très petite étendue et ne fait ordinairement pas saillie au dehors de la chambre ligulaire ; elle a la forme d'une pyramide triangulaire à angles et à sommet émoussés.

Nous nous sommes préoccupés de savoir quelles étaient la valeur et la signification morphologique du stipe de *Lepidodendron selaginoides*. C'est un axe dont le système libéro-ligneux ne peut être assimilé, ni à un assemblage de faisceaux diploxylés se touchant latéralement, ni à un faisceau multipolaire large, mais doit être regardé comme une masse libéro-ligneuse radiée, c'est-à-dire comme un système de faisceaux bipolaires, ayant tous même centre de figure. Le *Lepidodendron selaginoides* est donc une plante cryptogame vasculaire centradesmide.

Notre travail est illustré d'une cinquantaine de gravures intercalées dans le texte et de sept planches en phototypie, exécutées directement d'après des clichés de microphotographie.

LETTRE ADRESSÉE A M. BERGERON PAR M. DE ROUVILLE ET COMMUNIQUÉE PAR L'AUTEUR AU SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ (1).

Monsieur et honoré Confrère,

La région de Cabrières est un point si *singulier* de notre géologie française, qu'on ne saurait trop applaudir à tous les efforts qui ont pour but d'en épuiser l'intérêt; à ce titre, vos savants travaux ne sauraient être trop favorablement accueillis; de votre côté, votre haut esprit d'équité a bien voulu rendre, hier et aujourd'hui encore, pleine justice aux recherches faites par d'autres; vos récentes « Contributions à l'étude géologique du Rouergue et de la Montagne Noire » (2) font augurer un prochain accord entre les diverses observations, sur des questions jusqu'ici bien douteuses et bien contestées; le redressement des erreurs de part et d'autre, sous l'inspiration de sentiments communs de sincérité et de compatibilité scientifique, prépare la levée d'un jour lumineux sur toutes ces obscurités; permettez-moi de saluer cette ère prochaine d'un parfait accord en me félicitant tout particulièrement de votre conversion à ma conception première du pli de Bissou. Je ne saurais recevoir une confirmation plus entière et plus flatteuse que celle que je trouve page 260 de vos « contributions »; elle me paraît être la légende très complaisamment explicite de la figure 2 de la planche V de ma monographie géologique de la commune de Cabrières (1887).

Je ne dirai rien de nos opinions communes sur le Permien de l'Hérault rapporté par moi, dès les premiers jours, au Rothliegende des Allemands, au sein duquel la dénomination d'*Autunien* ne crée pas une entité nouvelle.

J'abandonne toute question mesquine de priorité, pour me borner ici à exprimer la satisfaction que me donne notre entente chaque jour plus accentuée, sur une économie géologique, dont votre découverte de la faune première a consacré à jamais l'importance et l'intérêt.

Veuillez agréer l'assurance de ma considération très distinguée.

P. DE ROUVILLE.

(1) Cette lettre a été lue dans la séance du 20 février 1893.
(2) *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XX, n° 4, p. 248.

SUR LE TERTIAIRE SUPÉRIEUR DE L'ALGÉRIE,

Réponse à la note de M. POMEL,

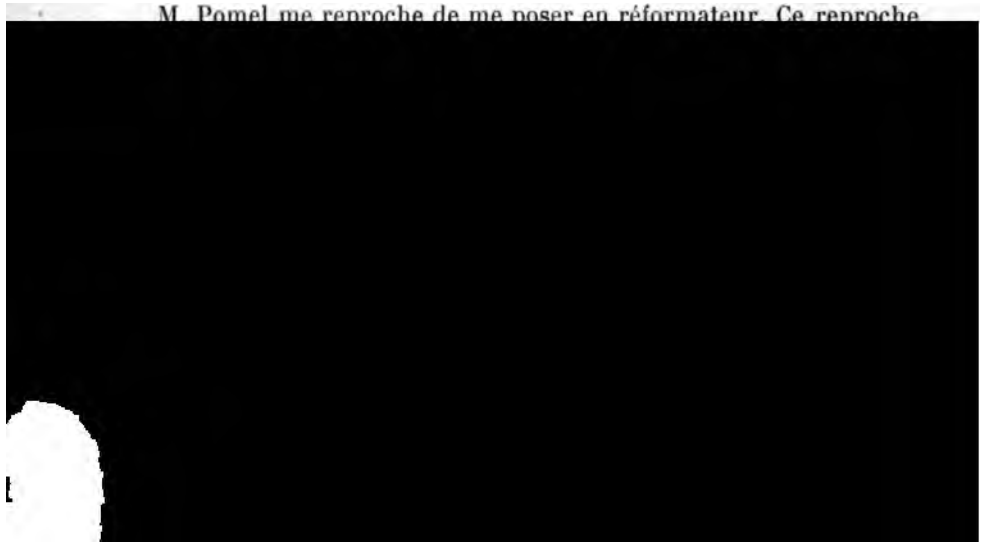
par M. PERON (1).

Le dernier numéro du Bulletin de la Société contient une note de M. Pomel sur la classification des terrains miocènes de l'Algérie et une réponse aux observations critiques que, de concert avec mes collaborateurs MM. Cotteau et Gauthier, j'ai dû formuler au sujet de cette classification dans notre dixième fascicule de la Description des Echinides fossiles de l'Algérie.

Je ne suis pas de ceux qui redoutent la discussion de leurs idées. Au contraire je l'ai toujours recherchée, convaincu qu'elle est le stimulant le plus énergique. Aussi suis-je très disposé à poursuivre l'examen des faits contradictoirement avec M. Pomel en y mettant toute la courtoisie due à un aîné dans la science et à un savant à l'autorité duquel je tiens à rendre justice.

Malheureusement, sous la plume de notre honorable confrère, la discussion a pris une tournure tellement agressive qu'il devient bien difficile de la continuer sans céder à quelques velléités de représailles. Je dois l'essayer cependant, car je ne puis laisser sans réponse certains arguments qui intéressent le fond de la question, mais je le ferai en négligeant toutes les personnalités qui, dans la note de M. Pomel, s'appliquent à moi-même ou à ceux de nos confrères qui n'ont pas accepté ses idées.

M. Pomel me reproche de me poser en réformateur. Ce reproche



Tertiaire supérieur. Voilà ma réforme. Il est à croire qu'il en surviendra d'autres. L'histoire géologique d'une aussi vaste contrée ne peut être faite ni en un jour ni par un seul homme.

En ce qui concerne d'abord la question de priorité pour le nom de Cartennien, je conviens volontiers que j'ai eu tort de ne pas connaître la lettre que M. Pomel a écrite à Elie de Beaumont, en 1858, et dans laquelle il applique le nom de Cartennien au terrain qui s'est déposé après la formation des montagnes du système du Tatra. L'étage auquel ce nom a été appliqué n'est pas très nettement défini, mais néanmoins, j'admettrai sans difficulté que ce nom a la priorité sur celui de Langhien.

Mais, ce point acquis au bénéfice de mon honorable contradicteur, je ne puis plus que maintenir tout ce que j'ai avancé, notamment au sujet de l'étage sahélien, objet principal de la controverse.

M. Pomel, après avoir constamment admis le parallélisme de son étage sahélien et du Tortonien des géologues italiens, semble maintenant hésiter entre ce parallélisme et le parallélisme avec l'étage messinien.

Il combat bien l'un et l'autre, mais il semble plus disposé à concéder sur ce dernier point et il fait valoir que si l'on doit accepter l'identification du Sahélien avec le Messinien de Meyer ou le Zancléen de Seguenza, comme je l'ai proposé, le nom de Sahélien, plus ancien que les deux autres, doit prévaloir.

Il y a là un malentendu. Je n'ai nullement proposé l'identification du Sahélien, comme terme général, avec le Messinien. J'ai seulement dit que certains gisements, attribués au Sahélien, me paraissaient appartenir au Messinien, mais j'ai, en même temps, exprimé cette opinion que d'autres gisements étaient du Plaisancien, de l'Astien, peut-être du Tortonien et même du Langhien.

Pourquoi donc ce nom de Sahélien resterait-il acquis de préférence aux couches que nous croyons appartenir au Messinien ? Ce ne serait, quoiqu'en dise M. Pomel, conforme ni aux lois de la logique ni aux lois de la priorité.

Il convient en effet à ce sujet de se reporter à la définition première de l'étage Sahélien.

Cette définition nous ne la trouvons pas, au moins d'une manière suffisante, dans la note originale sur le système des montagnes du Mermoucha que vient de reproduire M. Pomel, mais si nous nous reportons à un autre ouvrage du même auteur, *Le Sahara* (1), nous y lisons ce qui suit :

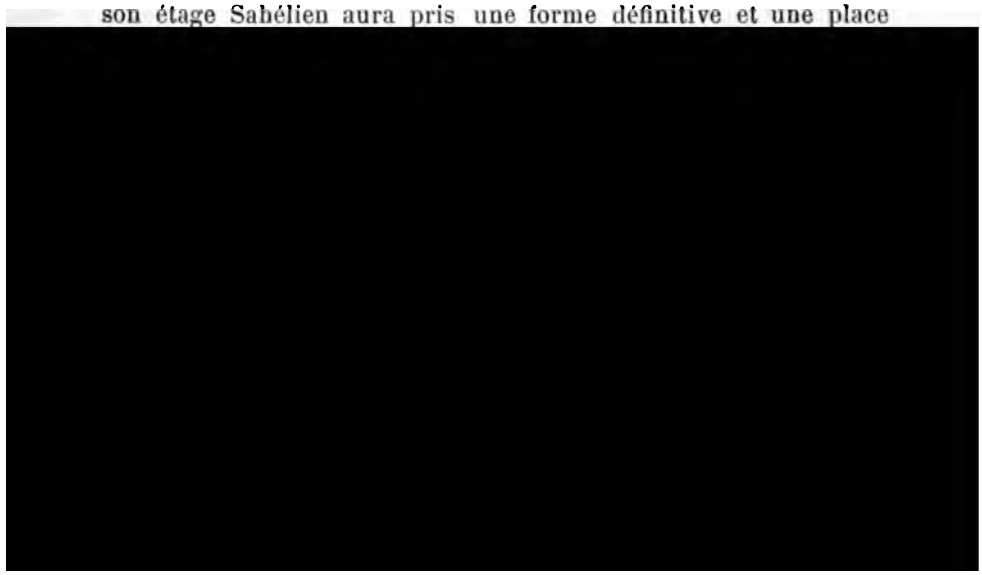
(1) Loc. cit., p. 44.

« J'ai donné le nom de Sahélien au troisième terrain que je » place dans la série miocène et qui répond au terrain tortonien » des géologues italiens en y comprenant le terrain plaisancien... » Il se compose d'un assemblage de couches marneuses passant » dans le haut à des mollasses et à des calcaires compactes ayant » assez souvent pour substratum des grès grossiers. Les environs » d'Alger peuvent donner une idée de sa composition, etc.... »

Ainsi donc voilà une définition, datée de 1872, qui nous montre le type du Sahélien dans les environs d'Alger et nous présente l'étage comme composé de couches appartenant aux horizons compris depuis le Tortonien jusqu'à l'Astien inclusivement (1). Est-il possible de voir dans cet ensemble l'équivalent du terrain zancléen que Seguenza venait de faire connaître quelques années auparavant? Peut-on admettre que ce terme d'étage Zancléen fut le synonyme de Sahélien et que par suite le devoir du savant italien était d'employer ce dernier nom?

Je sais bien que, une dizaine d'années plus tard, l'étage sahélien a commencé à se démembrer. Après s'être déjà débarrassé, en 1882 (2), des mollasses astiennes, il a perdu, en 1889 (3), les grès langhiens à Clypeastres d'El Biar, puis, en partie, les marnes plaisanciennes. Dans la pensée de l'auteur, l'étage devait dès lors se restreindre aux assises correspondantes aux marnes de Tortone.

Sans doute, M. Pomel a bien le droit de transformer et de restreindre l'étage qu'il avait primitivement conçu, mais ce droit peut-il aller jusqu'à prendre la place d'un autre étage bien défini, Tortonien ou Messinien, ou même des deux à la fois et de leur substituer son propre étage? Ce n'est nullement mon avis. Pour moi, le droit de priorité de M. Pomel ne peut dater que du jour où son étage Sahélien aura pris une forme définitive et une place



« En définitive, le Sahélien ne peut disparaître de la nomenclature s'il est vrai qu'il ne soit que l'équivalent du Messinien ou » Zancléen, puisque ces derniers sont ses cadets de beaucoup. Il » ne paraît pas destiné non plus à être abandonné pour la dénomination de Tortonien tant qu'il n'aura pas été démontré que l'unité » stratigraphique qu'il désigne n'est pas en discordance avec les » entités paléontologiques qu'on lui compare et qu'au contraire la » concordance est complète, ce qu'en l'état je ne puis admettre. »

Je reproduis textuellement cette conclusion, car je ne suis pas sûr d'en bien saisir la dernière partie et je ne veux pas m'exposer à dénaturer la pensée de l'auteur.

M. Pomel veut-il exprimer par là que le Sahélien pourrait bien être en discordance avec les couches d'âge tortonien? Ce serait là un fait nouveau dont il n'a jamais été question jusqu'ici et dont les preuves d'ailleurs font défaut, mais qui, en tous cas, prouverait l'âge pliocène du Sahélien. Pour mon compte, j'ai combattu l'assimilation, au Tortonien, de la plupart des gisements de terrain sahélien qui m'étaient connus, mais je n'ai pas prétendu qu'aucune assise réellement tortonienne ne pût exister dans cet ensemble. Peut-être, en effet, en est-il ainsi de ces marnes crayeuses de la vallée du Chelif, dans lesquelles M. Pomel cite comme fossiles principaux *Ancillaria glandiformis* et *Cardita Jouanneti* et qu'il a classées dans le Sahélien. Il est fort possible aussi, comme l'a publié récemment M. Welsch (1), que certaines parties de l'Helvétien de M. Pomel, notamment les couches supérieures de Mascara et d'autres gisements, soient réellement sur l'horizon des marnes de Tortone; mais je ne vois pas que ces constatations puissent donner à l'étage sahélien l'autonomie qui lui manque.

M. Pomel s'appuie principalement sur les dislocations du sol pour justifier l'individualité et l'existence de ses étages tertiaires. C'est à ce moyen, dit-il, qu'il a dû les résultats les plus prompts et les plus certains, bien faits pour inspirer la plus entière confiance en ces principes.

En ce qui concerne les formations qui nous occupent, les soulèvements de montagnes qui en ont déterminé les limites et les alignements seraient ceux du système des Baléares ou du Mermoucha, des Alpes occidentales et du Nador de Médéah et du Jamba.

Je ne partage pas complètement la confiance que M. Pomel témoigne dans cette méthode où la part d'hypothèse me paraît assez grande pour en rendre les données fort indécises. Ceux de nos

(1) *C.-R. Ac. Sc.*, 17 octobre 1892.

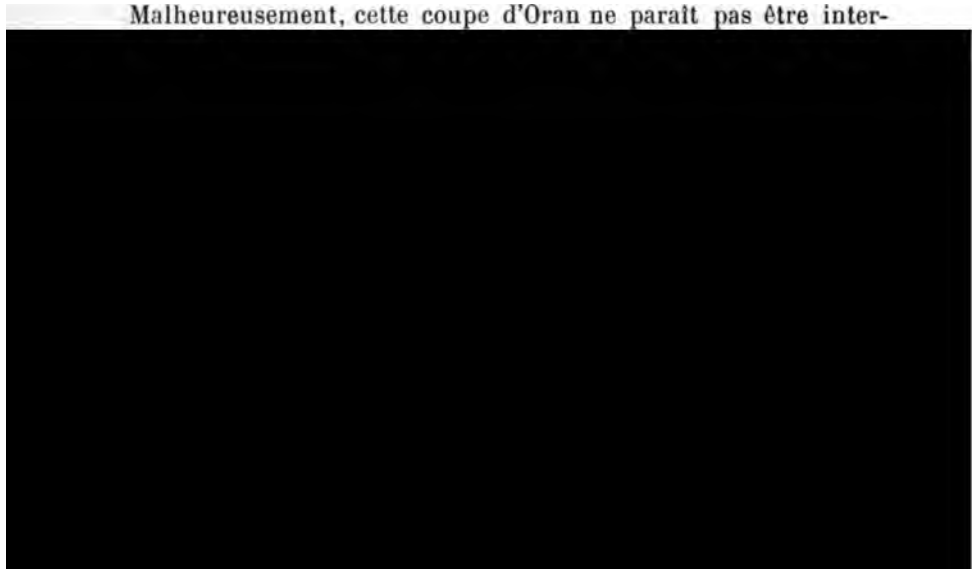
confrères qui ont lu la lettre sur la formation du système du Mermoucha ne me contrediront sans doute pas. Il semble d'ailleurs, à priori, qu'il y a lieu de se défier d'un *criterium* qui a entraîné notre honorable confrère à placer sur le même horizon des terrains d'âges aussi divers que ceux qui ont servi à former l'étage Sahélien.

Mais si, néanmoins, nous admettons que ce soulèvement des Baléares et du Mermoucha se soit exactement produit à l'époque et dans les conditions indiquées, rien ne prouve, dans la position stratigraphique du Sahélien d'Oran, qu'il soit *immédiatement* postérieur aux plissements de ce système. Ce Sahélien discorde avec l'Helvétien, c'est possible, mais il en est de même de tout le Pliocène et M. Pomel a même fait observer que, dans la Metidja, cette discordance se manifestait sur une échelle grandiose.

A la vérité, c'est dans la limite supérieure du Sahélien que notre confrère trouve la preuve de son âge miocène. « C'est, a-t-il dit (1), » le système des Alpes occidentales qui a clos le dépôt du Sahélien » et le plus bel exemple de ces relations stratigraphiques se montre » aux environs d'Oran, où l'on voit le vrai terrain pliocène, affecté » de dislocations du système des grandes Alpes, recouvrir en stra- » tification discordante le terrain sahélien et s'arrêter au pied des » relèvements de ce Sahélien, suivant le système des Alpes occi- » dentales. »

C'est encore sur cet argument principal que, dans sa note de ce jour, M. Pomel s'appuie pour conclure que le Sahélien et le Pliocène inférieur ne peuvent être réunis dans la même série. Le savant professeur produit même à ce sujet une coupe des environs d'Oran, dans laquelle, en effet, il représente le Pliocène inférieur venant buter contre les couches inclinées du Sahélien.

Malheureusement, cette coupe d'Oran ne paraît pas être inter-



» haut des escarpements qui bordent la mer. Il se compose de cou-
» ches, peu éloignées de l'horizon, de calcaires sableux, très riches
» en fossiles, très solides, passant quelquefois à un grès homogène,
» qui donne de belles pierres de construction et qu'on est loin de
» prendre pour une roche si peu ancienne. »

Ville a compris ces couches dans la période quaternaire et M. Paladihle en a fait du Pleistocène.

Depuis cette époque le même terrain a été étudié et décrit très en détail : 1° dans les environs d'Oran, par M. Bleicher ; 2° dans les environs d'Alger par M. Welsch qui l'a assimilé au Pliocène supérieur de Chypre, Tarente, etc.

M. Bleicher, qui a longtemps séjourné à Oran, a suivi, jour par jour, le percement du puits Kharoubi, dont parle M. Pomel. Mieux que personne il a observé la nature et la position des couches rencontrées.

Notre confrère a eu l'obligeance de me communiquer à ce sujet des fossiles, des notes et une coupe des environs d'Oran dressée par lui-même, analogue à celle de M. Pomel, mais allant directement du puits Kharoubi au rivage ; or, de tous ces documents il résulte : 1° Que les grès coquilliers qui surmontent le Sahélien sont du Pliocène récent ; 2° Que rien n'autorise M. Pomel à voir, dans les couches à *Potamides Basteroti*, dont il parle, un dépôt de remplissage d'une poche d'érosion du Sahélien. Ni à droite, ni à gauche du puits il n'y a de Pliocène marin, et M. Bleicher ne voit aucune raison pour ne pas mettre les lignites à Potamides sur le même niveau que les grès pliocènes supérieurs. Il a trouvé dans les déblais du puits de grands blocs de grès fin, avec des coquilles, dont quelques-unes ont pu être déterminées et appartiennent au Pliocène le plus récent. Ces blocs de grès faisaient corps avec les marnes ligniteuses à Potamides et ne s'en séparaient en rien.

Quant aux fossiles de ces marnes à lignites, M. Bleicher, qui en avait recueilli une grande quantité, les a communiqués à notre regretté confrère Tournouer, si compétent dans la matière, et, de la réponse de Tournouer, que M. Bleicher a bien voulu me communiquer, je crois intéressant de reproduire le passage suivant :

« Parmi les fossiles des marnes d'Oran que vous m'avez commu-
» niqués et qui ont été décrits par M. Paladihle dans une note
» récente, mon attention a été attirée par deux espèces de Cérites
» ou plutôt de Potamides qui ont été sans doute indiqués dans cette
» note sous le nom de *Cerithium Basteroti*. Je crois pouvoir affirmer
» que ce n'est pas là le *Basteroti* du Midi de la France, ni celui de

» Montpellier, ni celui de Théziers, ni celui du Visan. C'est une » forme qui me paraît très curieuse comme offrant le passage du » *Basteroti* au *bicinctum* et au *tricinctum* de Brocchi, espèces franchement pliocènes et tout aussi éteintes d'ailleurs que le *Basteroti*.

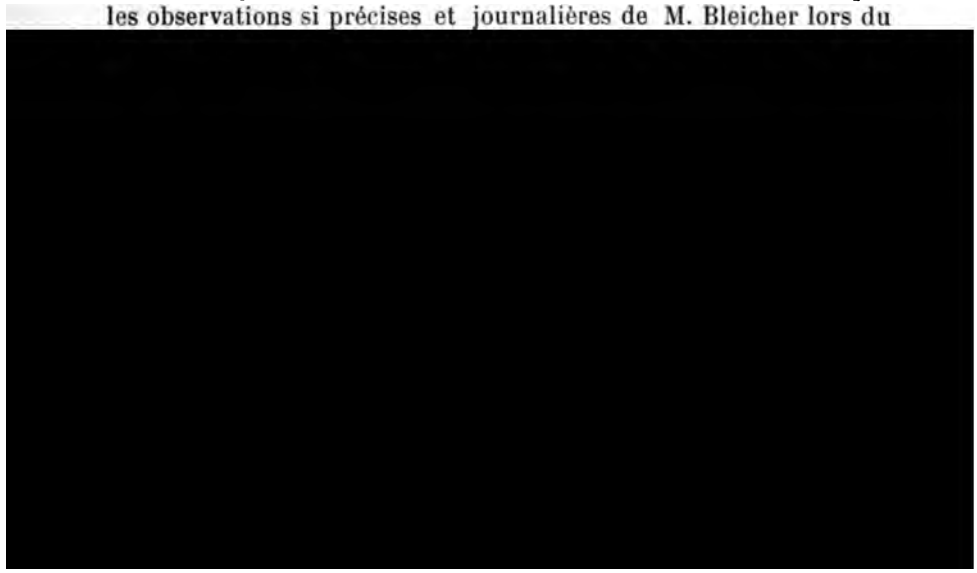
» Quant au petit Potamide joint à celui-là, je crois pouvoir le » rapporter au *Cerithium conicum* Blainv., var., espèce vivant en » Sicile, en Egypte, etc. Ces deux Potamides s'accorderaient, mieux » même que le *Basteroti*, avec les autres fossiles déterminés par » M. Paladihle pour assigner à ces marnes un âge pléistocène ou » pliocène récent. »

Pour m'entourer, au sujet de cette question, de tous les documents et témoignages utiles, j'ai soumis quelques exemplaires du Potamide d'Oran à l'examen d'un spécialiste en la matière, M. Depéret.

Notre obligeant confrère m'a fait connaître, en réponse, que les coquilles en question n'étaient, en effet, pas identiques au *P. Basteroti* du midi de la France. Mais, quoique rappelant les types *bicinctum* et *tricinctum* Broc., elles ne lui paraissent pas non plus pouvoir leur être réunies. M. Depéret préférerait encore les considérer comme une variété africaine du *Basteroti*.

Ainsi donc, des arguments tirés par M. Pomel de la coupe des terrains du plateau d'Oran, aucun ne nous paraît acceptable. Le principal, c'est-à-dire l'âge pliocène inférieur des grès qui sont en discordance avec le Sahélien, est à rejeter, car, pour tous ceux qui ont étudié la localité, ces grès sont tout au plus du Pliocène supérieur.

L'argument tiré d'une érosion des grès pliocènes, dans laquelle se serait déposée la couche à *Potamides Basteroti*, est démenti par les observations si précises et journalières de M. Bleicher lors du



que la disposition des corniches et des lambeaux étagés formés par le Pliocène supérieur s'explique beaucoup mieux par une émersion lente et graduée que par le soulèvement des Alpes occidentales.

Après avoir essayé, par la coupe dont nous venons de parler, d'établir la situation stratigraphique de l'étage sahélien dans la série miocène, M. Pomel essaie d'appuyer cette situation par l'examen des documents paléontologiques.

Malheureusement, ces documents ne parlent guère plus en sa faveur, car les quelques espèces citées dans le Sahélien d'Oran même, comme *Pecten latissimus*, *Ostrea cochlear*, etc., ne sont rien moins que probantes.

M. Pomel mentionne bien, de part et d'autre, quelques espèces tortoniennes recueillies dans le Sahélien, notamment *Ancillaria glandiformis*, *Cardita Jouanetti*, *Ceratotrochus multispina*, mais, si nous nous reportons à toutes ses publications antérieures, nous voyons que ces fossiles ont été recueillis, non pas à Oran même, mais dans des localités assez éloignées, n'ayant avec Oran que des relations stratigraphiques assez incertaines.

En ce qui me concerne, je me suis borné, pour établir mes conclusions, à m'appuyer sur les documents paléontologiques déjà connus et publiés.

J'aurais pu sensiblement augmenter ces ressources, car, grâce aux obligeantes communications de M. le Dr Bleicher, j'ai eu entre les mains et j'ai encore une assez grande quantité de fossiles du ravin blanc d'Oran. Mais cette faune des calcaires blancs d'Oran est assez spéciale. Composée en majeure partie de petits organismes, elle est difficile à étudier et réclame l'intervention de spécialistes.

Nous avons montré dans notre fascicule que sur les nombreux échinides recueillis au ravin d'Oran, quelques-uns seulement existaient dans d'autres gisements. Ces autres gisements appartiennent tous au terrain pliocène bien caractérisé.

Nous arrivons à la même conclusion pour un certain nombre de Bryozoaires que nous pensons avoir pu déterminer avec quelque sécurité parmi la grande quantité d'exemplaires que nous avons eus et tous ces documents, réunis aux mollusques, font un ensemble assez probant en faveur de l'âge pliocène des calcaires blancs d'Oran.

M. Pomel, à la vérité, discute et rejette quelques-uns des arguments paléontologiques que j'ai fait valoir. Pour ne pas allonger

outre mesure ma réponse déjà bien longue, je ne reviendrai pas sur la question de la faune des poissons d'Oran.

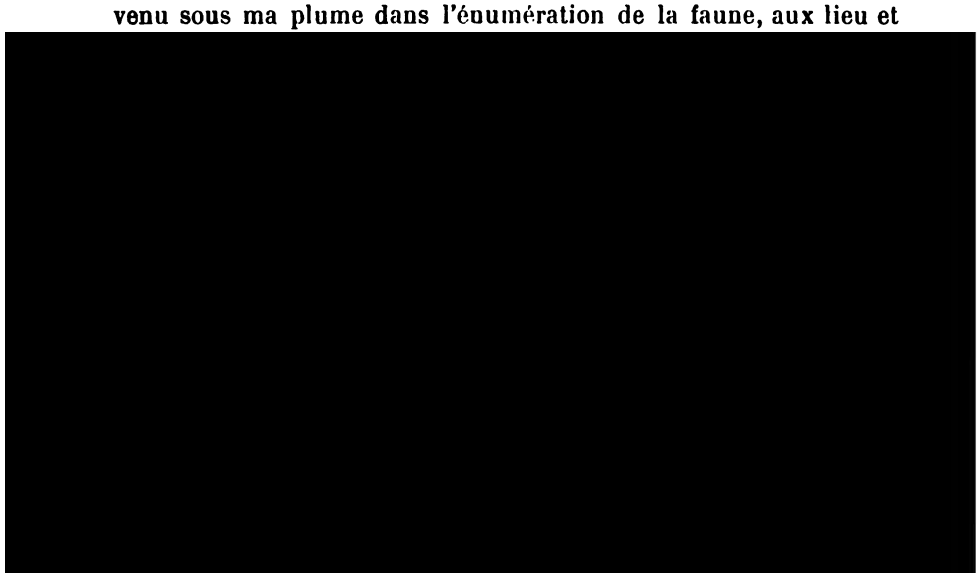
Cette question me paraît résolue et les quelques objections de notre confrère n'y changeront rien.

M. Pomel me reproche ensuite d'avoir cité à Oran le *Terebratula ampulla* qui n'y existe pas. Je ne discuterai pas non plus pour le moment cette appréciation, mais je dois rappeler cependant que c'est M. Bayle et l'ingénieur Ville (1) qui, les premiers, ont sous le nom de *Terebratula grandis*, cité cette espèce aussi bien dans le ravin d'Oran que dans le Tertiaire supérieur des environs d'Alger.

M. Pomel ne doit pas l'ignorer, puisque lui-même, pour l'indication des fossiles de son étage Sahélien, se réfère (2) purement et simplement à la liste qu'ont donnée MM. Bayle et L. Ville.

Au surplus, il y a quelques années encore, notre confrère ne semblait pas si hostile á l'existence du *Terebratula ampulla* dans le Sahélien. En effet dans sa *Géologie de la côte orientale de la Tunisie* (3) l'auteur déclare avoir une propension à classer dans le Sahélien une assise de mollasses de la falaise de Monastier dans laquelle il a recueilli *Terebratula ampulla*, une Rhynchonelle qui se trouve en même temps dans le Sahélien d'Oran et dans les mollasses pliocènes d'Alger, une *Arbacina*, etc., et qui, par ses caractères lithologiques, présente la plus grande ressemblance avec le Sahélien de l'Ouest d'Oran.

Mon honorable contradicteur me fait encore, au sujet de la faune des calcaires blancs d'Oran, une critique qui, je le reconnais cette fois, est parfaitement fondée. En effet il n'est pas à ma connaissance qu'il existe des Congéries dans le Messinien d'Oran. J'avais ce nom en tête pour l'avoir cité fréquemment dans ma discussion et il est venu sous ma plume dans l'énumération de la faune, aux lieu et



ALLOCUTION PRÉSIDENTIELLE

Prononcée dans la Séance générale du 6 avril,

par M. Michel LÉVY.

MESSIEURS,

Suivant la tradition, j'ai l'agréable devoir de souhaiter la bienvenue aux vingt-trois membres nouveaux que la Société a accueillis en 1892. Aussi bien ne trouveront-ils que trop de places vides à combler dans nos rangs; car nous avons eu à déplorer, durant la même année, la perte de treize de nos anciens collègues.

C'est d'abord M. Jacquiné, inspecteur général honoraire des Ponts-et-Chaussées, puis M. Vène, Inspecteur général des Mines, tous deux membres de la Société depuis 1833, et qui étaient les derniers représentants, parmi nous, de la génération de Cordier, de Brongniart, de Constant Prévost, d'Elie de Beaumont.

Il nous faut citer encore un inspecteur général honoraire des Mines, M. Meugy, qui, dès 1855, a fait paraître de nombreux mémoires sur le terrain crétacé du Nord de la France ; on lui doit aussi plusieurs cartes géologiques et agronomiques du département du Nord et des arrondissements de Rocroy, Vouziers, Mézières, Sedan, Réthel, ces deux dernières en collaboration avec M. Nivoit.

Les relations personnelles que j'ai eues avec M. Collenot, lors de mes courses dans le Morvan, me font un double devoir de vous rappeler la part active qu'il a prise en 1889 à la réunion extraordinaire de la Société à Semur et l'extrême cordialité de la réception qu'il avait su nous ménager. M. Collenot avait minutieusement exploré les terrains secondaires qui servent de bordure septentrionale à l'éperon rocheux du Morvan ; de concert avec MM. Bréon et Bochard, qui sont aussi nos collègues, il était parvenu à recueillir les éléments d'un musée géologique régional vraiment intéressant. Il est des premiers à avoir signalé les gisements de phosphate des limons qui recouvrent certains bancs du Lias de l'Auxois. M. Collenot a été mon fidèle et aimable compagnon durant plusieurs des courses pédestres, quelquefois un peu prolongées au gré de ses désirs, que j'ai consacrées aux roches cristallines du Morvan ; ces souvenirs remontent à près de vingt ans et vous me permettrez de

les évoquer avec la mélancolie qui convient à un passé déjà si lointain.

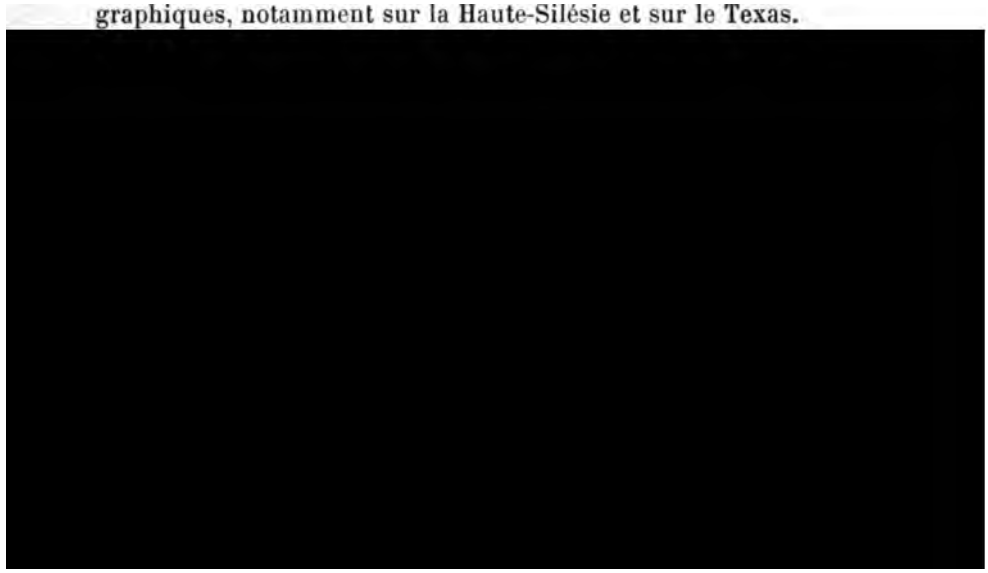
L'abbé Pouech était membre de notre Société depuis 1856 ; on se rappelle la part active qu'il avait prise en 1882 à la réunion de Foix, dont il avait été vice-président ; notre Bulletin témoigne de son activité scientifique, et la géologie de l'Ariège lui doit de nombreuses contributions.

Il nous faut encore relever, sur cette trop longue liste nécrologique, les noms de MM. de la Tour du Pin, de Chambly, de Chambrun de Rosemont, Pissot, Laumonier, Pigeon, et aussi ceux de plusieurs et éminents collègues étrangers.

Et d'abord je dois citer M. Sterry-Hunt, membre de la Commission géologique du Canada, notre collègue depuis 1855 et qui nous a fait une visite prolongée durant le Congrès et l'exposition de 1878. Parmi ses travaux les plus marquants, on trouve une esquisse géologique du Canada, des discussions souvent passionnées sur la question du Taconic, de nombreuses études chimiques sur les roches cristallines.

Avec M. de Zigno, professeur à l'Université de Padoue, nous entrons dans le domaine de la paléontologie végétale ; celle de la Vénétie et des provinces voisines lui est redevable de nombreuses contributions ; on lui doit aussi des mémoires estimés sur la constitution géologique des monts Euganéens, sur le Crétacé de l'Italie septentrionale, sur la faune de ses terrains éocènes.

M. Rœmer, professeur à l'Université de Breslau, était membre de notre Société depuis 1860 ; on connaît ses éminents travaux paléontologiques : monographie des Blastoïdés, faune fossile du Dévonien rhénan, *Lethæa palæozoïca*, etc. Il faut y joindre des mémoires stratigraphiques, notamment sur la Haute-Silésie et sur le Texas.



paralléliser avec certitude les assises miocènes du Rhône avec celles de Vienne et de faire disparaître ainsi l'apparente contradiction qui existait entre les idées si magistralement développées par M. Suess et certaines de nos classifications.

MM. de Lapparent et Munier-Chalmas se sont associés dans le but de réviser d'une façon plus générale cette classification des terrains sédimentaires, pour laquelle il serait chimérique de chercher une formule définitive et invariable, mais qu'il est si utile de coordonner périodiquement, au double point de vue de l'enseignement didactique et des cartes géologiques.

Enfin je ne peux me résoudre à passer sous silence les beaux travaux suscités, parmi mes collaborateurs, par les études afférentes aux Alpes ; MM. Marcel Bertrand, Haug, Lugeon, Léon Bertrand vous en ont entretenu. Mais il faut citer encore MM. Potier, Renevier, Kilian, Termier, Depéret, Leenhardt, Hollande, etc. Il y a là un grand effort dont je sais que les savants étrangers et en particulier M. Suess veulent bien apprécier toute la portée.

Messieurs, la tâche qui me reste à accomplir est à coup sûr la plus facile et la plus agréable de celles qui m'incombaient aujourd'hui : je dois, en votre nom, décerner le prix Viquesnel à M. Haug, et justifier en quelques mots le choix de votre commission.

Dès 1884, M. Haug s'est attaché à définir la place occupée dans les terrains jurassiques par certaines espèces d'Ammonites nouvelles ou mal connues. C'est ainsi que les formes du genre *Harpoceras* et leur distribution dans le Lias supérieur et le Bajocien ont d'abord été l'objet de ses savantes études ; puis elles ont porté sur les genres *Somninia* et *Witchellia*.

Une intéressante application des classifications jurassiques rigoureusement basées sur la détermination des Ammonites a trouvé place dans la note préliminaire de M. Haug sur les dépôts jurassiques du Nord de l'Alsace, insérée dans notre Bulletin en 1886.

Puis vient une étude (1) sur le Néocomien de l'Alpe Puez dans le Tyrol méridional et la découverte de lambeaux de recouvrement infra-liasiques reposant sur le Néocomien.

Depuis 1888, M. Haug a été le fidèle collaborateur de la Carte géologique de France et, chaque année, il a fait campagne dans les Hautes et Basses-Alpes. Sa thèse, parue en 1892 dans le Bulletin du Service, est le premier résultat important de ses vaillantes explorations. On sait qu'elle a pour objectif la description des chaînes

(1) Jahrb. des K. K. Reichsanstalt, Vienne, 1887.

subalpines entre Gap et Digne. Mais, par sa portée générale, elle s'élève au-dessus d'une simple monographie locale. M. Haug s'est en effet préoccupé de délimiter les zones de répartition des principaux faciès des terrains secondaires, parallèlement à la direction générale des plis alpins, et il a pu en suivre la trace au loin ; voici les principales d'entre elles :

1° Zone à sédimentation calcaréo-vaseuse continue du Lias au Sénonien, formée dans le centre du grand synclinal subalpin ; c'est la zone du *faciès dauphinois* ;

2° Zone littorale ou sublittorale, le long du massif cristallin central des Alpes, avec lacunes et transgressions, faciès bréchiforme et coralligène ; c'est la zone du *faciès briançonnais* ;

3° Zones littorales ou sublittorales externes formées sur les bords du massif des Maures, à *faciès provençal* ;

4° Enfin sur le haut fond réunissant le Plateau Central aux Vosges, à la Forêt Noire et à la Bohême, zone du *faciès jurassien* ou *rhodanien*.

Je pourrais prolonger l'énumération des importants résultats acquis à la science et consignés dans la thèse vraiment magistrale de M. Haug; je pourrais aussi vous parler de ses travaux en cours de préparation sur la géologie des Alpes calcaires du Faucigny ; mais il faut me limiter, et je crois avoir amplement justifié le choix de la Commission chargée cette année de décerner le prix Viquesnel, que je suis tout particulièrement heureux d'être appelé à remettre à M. Haug.

RAPPORT SUR LE PRIX FONTANNES (1)

par M. **Marcel BERTRAND.**

La Commission du prix Fontannes a cette année décerné le prix à M. Kilian, professeur à la Faculté des sciences de Grenoble.

M. Kilian s'est voué depuis plus de cinq années à l'étude des Alpes françaises. Il a débuté par un travail très complet et très important sur la chaîne de Lure, où il a montré à la fois la sûreté de sa science paléontologique et de son coup-d'œil stratigraphique. A côté des résultats précis sur les niveaux du faciès urgonien et sur la structure de la région, on a pu y remarquer le souci de rattacher les faits de détail aux phénomènes d'ensemble, et de bien fixer la place de ce travail local dans un cadre général de la géologie alpine. Le jour où un deuil imprévu rendit vacante la chaire de Grenoble, ce premier mémoire désignait entre tous M. Kilian pour la succession de Lory, et sa nomination a été accueillie avec une véritable reconnaissance par tous ceux qui s'intéressent à la géologie alpine.

M. Kilian a tenu dès les premières années à parcourir tout le vaste champ d'études qui s'ouvrait devant lui, pour s'assimiler les résultats déjà acquis, pour se familiariser avec les problèmes mal résolus, pour prendre en un mot possession de son nouveau domaine, et surtout pour en faire prendre possession aux idées nouvelles dont il était nourri.

Lory, après avoir donné la clef des difficultés qui, pendant vingt ans, avaient arrêté tous les progrès dans les Alpes françaises, avait expliqué leur structure par le jeu répété de grandes failles verticales. Ses successeurs, au contraire, sous l'influence des travaux de la carte suisse et des belles synthèses de M. Suess, ont apporté dans leurs recherches l'idée préconçue, ou au moins le secret désir de tout expliquer par les compressions latérales. Tous ceux qui ont visité après Lory quelque coin de nos Alpes n'ont vu que des plis étirés là où il avait vu de grandes failles verticales. On pourrait se méfier d'un accord si bien prévu par la théorie, si la question ne pouvait se ramener à une vérification matérielle : les failles sont-elles verticales ou parallèles aux couches ? C'est sur ce point de fait que toutes les nouvelles observations se sont trouvées concor-

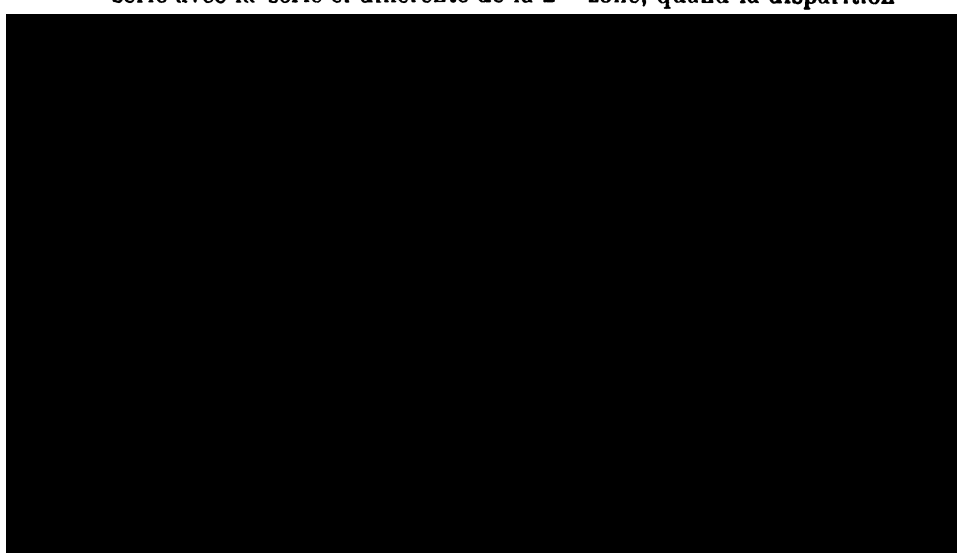
(1) Ce rapport a été lu dans la séance générale du 6 Avril.

dantes ; sans diminuer l'importance des progrès dus à Lory, il suffit pour nous faire considérer sous un autre jour l'histoire de nos mouvements alpins.

M. Kilian a eu sa grande part dans cette évolution des idées ; le mémoire important qu'il a intitulé : *Notes sur l'histoire et la structure des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes*, montre, à côté du résumé de très nombreuses observations personnelles, le souci dominant de fixer la doctrine, de l'entourer de toutes les preuves et d'y rattacher aussi bien les faits anciennement connus que les découvertes récentes. M. Kilian n'y décrit que les coupes qu'il a vérifiées lui-même, mais au fond c'est bien sur l'ensemble des connaissances acquises qu'est fondée son argumentation et que reposent ses conclusions. C'est un brillant essai de synthèse, qui mérite de marquer une date dans le progrès de nos études, mais où l'auteur, pour se débarrasser des questions de priorité, n'a essayé ni de préciser ni de réclamer sa propre part de découvertes. Il aurait été injuste de ne pas citer ce travail considérable avec les éloges qu'il mérite ; mais il ne le serait pas moins de ne pas insister spécialement sur les faits nouveaux qui y sont enclavés et qui, tous, ont fait l'objet de courtes notes spéciales.

Ces faits sont d'abord relatifs à la composition et à l'âge des différents systèmes sédimentaires.

Pour les schistes du Queyras et pour les calcaires du Briançonnais, qui tiennent une si grande place dans la 4me zone alpine de Lory, M. Kilian a adopté la solution de nos confrères italiens, MM. Zaccagna et Mattirolo, mettant les premiers dans la série primaire, et les seconds dans le Trias ; il a de plus étudié spécialement la manière dont se fait, au sud, le raccordement de cette série avec la série si différente de la 2me zone, quand la disparition



calcaire coralligène, faciès encore inconnu en France dans ces terrains ; il a pu suivre un horizon très constant de brèches, qui se reliera peut-être un jour plus ou moins directement aux masses immenses de la brèche du Chablais, et enfin il a montré qu'à la partie supérieure de ce système si uniforme, on peut distinguer et séparer sur les cartes, non seulement un complexe plus récent, avec fossiles bajociens et bathoniens, mais même des lambeaux d'Oxfordien.

Au point de vue de l'étude des phénomènes de plissement, M. Kilian nous a fait connaître à la Grande Moënda, l'existence d'une nappe de Trias ramenée au-dessus du Lias et plissée elle même dans un sens transversal. C'est la preuve directe de la superposition en un même point de deux plissements à angle droit, et le premier exemple nettement constaté d'une disposition destinée sans doute à se retrouver et à élucider peut-être certaines difficultés stratigraphiques de la région alpine.

Dans cet ordre d'idées, je crois surtout devoir insister sur les faits relatifs aux plissements antérieurs à la période nummulitique. On savait que, pendant l'Eocène inférieur, il y avait eu retrait de la mer, et que la mer était revenue, à l'époque de l'Eocène moyen et supérieur, recouvrir de ses dépôts transgressifs jusqu'aux roches cristallines du Pelvoux. On avait aussi indiqué qu'on pourrait faciliter bien des explications en supposant que cette période d'émersion avait été témoin d'énergiques dislocations ; mais cette indication était restée à l'état d'hypothèse, sans faits précis à l'appui. M. Kilian nous a montré que dans la Haute-Ubaye, il y a discordance angulaire du Nummulitique sur le Crétacé. De plus, dans la Maurienne, il a constaté que, malgré la concordance apparente, le Nummulitique s'appuie sur les différents termes du Trias et du Jurassique, sans qu'on puisse attribuer ces diversités de contact à des glissements ou à des failles ; en chaque point, en effet, la brèche de base de l'Eocène contient des galets des formations avec lesquelles il est en contact. Sur l'emplacement du synclinal nummulitique actuel, il existait donc un anticlinal de plus faible courbure, que la mer nummulitique a arrasé. Il paraîtrait, d'après une nouvelle observation de MM. Kilian et Haug, dans la région de Barcelonnette, que les mouvements postcrétacés auraient atteint une ampleur suffisante pour donner naissance à de véritables plis couchés. Ce serait là une constatation capitale, dont il convient d'attendre la confirmation.

M. Kilian a essayé de pousser plus loin encore cette analyse des

mouvements superposés aux différentes époques ; peut-être au sujet du partage qu'il fait entre les dislocations antihelvétiennes et posthelvétiennes, y aurait-il quelques réserves à faire ; il me semble, du moins, que les faits signalés sont encore susceptibles de plusieurs interprétations. Mais ces réserves sur les conclusions, ou du moins sur leur établissement définitif, n'enlèvent rien à l'importance des faits, qui posent pour la première fois avec netteté dans les Alpes françaises et permettent de discuter utilement un des problèmes les plus intéressants et les plus difficiles de leur histoire.

Je me suis borné aux points qui m'ont semblé les plus importants. Pour faire complètement apprécier l'activité de M. Kilian, il aurait fallu énumérer tous les matériaux d'observations qu'il a amassés. Il n'était pas besoin d'attendre la mise en œuvre définitive de ces matériaux pour en proclamer la valeur, mais il est permis de croire que cette mise en œuvre en augmentera encore la portée. Je suis heureux d'être ainsi auprès de M. Kilian l'interprète d'une double marque d'estime, puisqu'en lui disant que son œuvre a dès maintenant été jugée la meilleure, on ajoute qu'on attend de lui plus encore pour l'avenir.

NOTE SUR UN GITE CUIVREUX D'ORIGINE VOLCANIQUE DU CAUCASE MÉRIDIONAL,

par M. CHAPER (1).

Au mois de juin 1885, mon regretté camarade et ami Edmond Fuchs faisait connaître à la Société géologique un remarquable gîte de cuivre de la basse Californie, dont le nom est aujourd'hui fort connu : le Boleo.

Il discutait dans sa Note (2) la nature des sels de cuivre amenés par les sources sous-marines sur le fond de la mer. Contestant par d'excellentes raisons l'oxydation et la transformation, après dépôt et sous l'influence des eaux superficielles et agents atmosphériques, des composés cuivreux mélangés aux sédiments marins, il arrivait à conclure que les sels de cuivre, contenus dans les eaux minéralisées venues de la profondeur, étaient des sels oxydés et non des sulfures ou sels analogues. Il n'accordait à cette seconde catégorie de composés qu'une place *accidentelle*, place que la constatation de leur existence ne permettait pas en effet de leur refuser.

Je me permettrai de dire en passant que c'est un point sur lequel j'ai une conviction tout à fait différente de la sienne, et d'autant plus profonde dans l'espèce, qu'il s'agit d'un gîte en relation intime avec des phénomènes volcaniques. L'action oxydante des eaux marines chlorurées, auxquelles Fuchs reconnaît une action *partielle* sur la petite quantité de sulfures venus au jour, me paraît au contraire la cause unique et suffisante de la transformation complète de ces sulfures, dont quelques rares témoins subsistent seuls aujourd'hui.

J'aurais encore à faire une autre réserve au sujet de la conclusion qui suit la description des tufs du Boleo : « Cet ensemble de couches » est donc, par excellence, le produit d'éruptions boueuses sous- » marines, etc. » Rien, dans les trois paragraphes descriptifs qui précèdent cette conclusion, ne la justifie. C'est donc une hypothèse à l'adoption de laquelle Fuchs a pu être entraîné par des conceptions théoriques. Ce n'est pas ici le lieu de la discuter. Je me borne à

(1) Communication faite dans la séance du 10 avril 1893, manuscrit remis dans la même séance ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 30 septembre 1893.

(2) Note sur le gîte de cuivre du Boleo (Basse-Californie mexicaine) par M. Edmond Fuchs. *B. S. G. F.*, 3me série, Tome XIV, p. 79, 1885-1886.

énoncer qu'à de simples sédiments ordinaires, dont les éléments auraient été empruntés aux roches souvent cendreuses des terres émergées et aux galets et falaises des rivages, me paraissent pouvoir tout aussi bien, et même mieux, rendre compte d'une accumulation de tufs dont l'épaisseur totale est comprise entre un minimum de 174 mètres et un maximum de 213 mètres (voir le tableau de la page 80, loc. cit.), sur une surface de plus de 40 kilomètres carrés, représentant par conséquent un volume de 7 à 8 milliards de mètres cubes.

Le gîte métallique que je me propose de décrire *sommairement*, n'ayant pu jusqu'à présent y consacrer assez de temps pour l'étudier en détail, est d'une origine tout à fait analogue à celle du gîte du Boleo. Il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à le faire connaître. On verra comment le même phénomène géologique, se produisant dans des conditions un peu différentes, a produit deux résultats extraordinairement différents au point de vue de l'allure des matériaux amenés au jour.

A 80 km, à vol d'oiseau au Sud de Tiflis se trouve un ancien volcan, le Lelvar, qui occupe le centre d'une région fortement accidentée. L'action volcanique s'est exercée sur une surface d'au moins 30 kilomètres de rayon ; elle s'est manifestée de toutes façons : soulèvements, failles, filons, dépôts hydro-thermaux, coulées de toutes natures, érosions énormes, etc..., rien n'y manque. Cette action s'est prolongée pendant de longues périodes géologiques. Commencée pendant les temps jurassiques, elle n'était pas encore épuisée, selon toute vraisemblance, à la fin des temps crétacés.

Le volcan devait, selon certains indices, avoir au début sa base au niveau des mers et peut-être au-dessous ; il a subi ensuite un

premier abord de savoir si l'on a affaire à une nappe d'épanchement ou à un lit sédimentaire dans lequel se trouvent réunis des éléments dissociés par l'érosion ou projetés à l'état de cendres.

Ce phénomène d'affaissement et d'ascension s'est-il produit plusieurs fois? Je ne saurais le dire. Les obligations qui m'étaient imposées par l'exercice de ma profession ont restreint le champ de mes études : j'ai dû les limiter à celles qui pouvaient conduire à un résultat industriel immédiat. Je n'ai donc vu qu'un coin du tableau, m'appesantissant sur les zones métallifères en elles-mêmes, et n'examinant leurs relations avec les zones voisines qu'autant que cette étude pouvait éclairer la question de l'exploitation. Néanmoins elle m'a fourni des renseignements précieux et exacts sur la nature, l'allure, la disposition et même l'âge du gîte remarquable et à peu près unique jusqu'à présent, dont il s'agit ; elle m'a permis de rectifier certaines erreurs, conséquences inévitables des examens trop superficiels de mes prédécesseurs.

La partie de la région que j'ai visitée est située au N.-E. du volcan central. Je n'ai pas de renseignements « de visu » sur les autres parties de cette vaste surface; mais je sais, d'après des témoignages certains, que, tout le long d'une ceinture entourant le volcan du Lelvar, on trouve des dépôts analogues à ceux que j'ai vus, minéralisés comme eux, et dont l'exploitation a été entreprise avec plus ou moins de succès.

Les trois points que j'ai étudiés portent les noms d'Akhtala, Tchamlouk et Allah-Verdi, les deux extrêmes étant séparés par une distance d'environ 14 kilomètres à vol d'oiseau. Les altitudes approximatives de ces trois points sont respectivement 697^{m}, 1196^{m} et 1180^{m}, pris aux centres des villages de même nom; tous les trois sont dans le district de Choulavery.

Voici comment sont constitués ces gîtes.

A une époque appartenant au commencement de la série des temps jurassiques, sans qu'il soit pour le moment possible de préciser davantage, une ceinture lacustre entourait le pied du Lelvar. Le fond de cette cuvette, unique ou multiple, il importe peu, fut le siège de phénomènes hydro-thermaux d'une intensité dont je ne connais aucun autre exemple. Par des fractures, dont la vue nous est cachée comme au Boleo, jaillirent des sources minéralisées ; les dépôts furent d'abord composés de silice et de silicates, dont le mélange a reconstitué, sous l'influence d'un métamorphisme énergique, une roche difficile à classer dans la nomenclature, dont la pâte quartzeuse grise englobe des rognons de quartz limpide, et des

cristaux dont la forme est celle de l'orthose (?), mais qui sont aujourd'hui réduits à l'état de squelettes siliceux blanchâtres. Les dépôts se continuent, perdant progressivement leurs parties alcalines, et ne sont plus composés que de quartz, sauf les minéraux adventifs dont nous parlerons tout à l'heure.

Cette accumulation de silice atteint une épaisseur énorme, qui dépasse certainement 30 mètres, d'après les renseignements encore incomplets que nous possédons aujourd'hui.

La fin de cette période fut marquée par des mouvements importants du sol, précédant l'affaissement général qui fit plonger le tout sous les eaux de la mer.

Mais revenons au dépôt siliceux.

Dès la base de ce dépôt, ou du moins dès la partie la plus inférieure que l'on puisse en atteindre aujourd'hui, on y voit apparaître de très nombreuses traces de sulfures métalliques, fer et cuivre, en petits cristaux disséminés. La quantité en augmente très légèrement au fur et à mesure que le dépôt s'accumule.

A un moment, correspondant environ au dernier tiers de la hauteur, il paraît s'être ouvert dans le fond de la cuvette un nouveau système de fractures. Aux sources anciennes, presque exclusivement silicifères, viennent en tous cas s'ajouter des sources hautement métallifères, amenant des sulfures de fer et de cuivre. Dans ce bassin, probablement sans courants, les dépôts métalliques se placent au-dessus de leurs canaux d'arrivée, sous forme de lentilles, ou de champignons, à pédoncules peut-être fort étroits ; les sulfures, sur le plan de dépôt, refoulent la silice environnante, plus ou moins loin suivant leur abondance, mais en se mélangeant toujours avec elle latéralement sur une certaine zone où l'on passe du maximum au minimum de teneur métallique. D'ailleurs, de même

le sulfure de calcium, aussi avide d'oxygène que le précédent, termine la série. L'apparition du plomb et du baryum n'avait point supprimé la venue concomitante du fer et du cuivre. La venue du calcium, au contraire, s'est faite dans des conditions telles que le sulfate de chaux qui le représente contient fort peu de silice et à peu près point de métaux.

La présence de ces sulfures, parfaitement cristallisés et englobés dans la matière siliceuse ambiante depuis le bas du dépôt jusqu'en haut, n'ayant pas subi la plus légère altération, tant est grande l'imperméabilité de cette silice, montre bien que le dépôt dont il s'agit s'est effectué dans un bassin à eaux non oxydantes. C'est donc bien un « Boleo lacustre », comme je le disais en commençant. Ce qui fait la différence des deux gîtes n'est pas tant l'interruption et la récurrence au Boleo de la venue métallifère que le fait de la nature et du régime des eaux : d'un côté des eaux chlorurées avec courants oxydent et étalent les sulfures métalliques en couches minces sur une large area; de l'autre ces sulfures, émergeant dans une cuvette aux eaux immobiles et réductrices, se déposent en lentilles, dont l'épaisseur atteint plusieurs mètres.

Ce sont ces deux états chimiques, ces deux dispositions physiques, si différentes, qu'il m'a paru intéressant de signaler et de comparer. Ils correspondent en effet au régime du milieu dans lequel s'est produit le phénomène primitif de l'émission des sources, et en fournissent l'explication et la preuve.

Ce sont donc bien deux faits géologiques du même ordre. Celui du Caucase n'en est, à mon avis, ni le moins important ni le moins curieux.

J'ai déjà parlé de l'énorme circuit sur lequel il s'étendait : les renseignements suivants viendront à l'appui de ma seconde assertion.

Avant l'immersion sous-marine des dépôts siliceux et métallifères dont il vient d'être question, ceux-ci furent recouverts de matériaux de nature variée. A Allah-Verdi même, on constate, sur les bords d'une faille à bords non parallèles qui traverse le village, deux roches tout à fait différentes, recouvrant respectivemeut les terrains de R. D. et les terrains de R. G. dont l'inclinaison est tout à fait différente. Ceci démontre que, au moment de l'interruption des dépôts siliceux, de grands mouvements du sol avec failles s'étaient déjà produits avant l'affaissement.

De ces deux roches de recouvrement, l'une présente une pâte violette parsemée d'une très grande abondance de cristaux blanc-verdâtre et de petits nodules de calcite. Les cristaux, probablement de

nature feldspathique à l'origine, sont aujourd'hui fortement silicifiés. L'examen de cette roche, fait au Collège de France, l'a fait coter comme une *andésite vitreuse très quartzifiée* (1). Quelque surchargée qu'elle soit de silice, elle est altérable par les agents atmosphériques sous l'influence desquels elle devient verdâtre, pulvérulente : au sein de la masse en voie de décomposition se montrent des centres plus résistants, formant des espèces de boules à enveloppes concentriques. Il est probable que cette roche, aujourd'hui fortement entamée par les érosions, est le produit d'une coulée.

Sur la rive gauche de la faille, le dépôt siliceux métallifère est au contraire recouvert d'une roche de teinte générale vert foncé, d'aspect bréchoïde, mais à éléments fort peu distincts, se divisant en plaquettes irrégulières, et que l'étude intime a fait coter comme une *Brèche ou tuf andésitique quartzifié*. Je n'hésitai pas dès le début à la croire sédimentaire et lacustre. Cette première impression a été corroborée par la vue de très nombreuses empreintes fibreuses, toutes parallèles aux plans de fissilité de la roche. Ce sont les vestiges de végétaux, et non seulement de végétaux herbacés, mais de véritables morceaux de bois. La matière ligneuse a aujourd'hui disparu et est remplacée par de la silice.

A Tchamlouk, rien de pareil. En l'état de nos renseignements, il ne paraît pas que la masse métallifère ait été recouverte avant son immersion ; les dépôts sédimentaires marins paraissent reposer immédiatement sur la silice.

A Akhtala, celle-ci est recouverte d'une puissante coulée de roche d'épanchement, tellement métamorphisée aujourd'hui qu'elle ne contient plus que du quartz, avec traces d'épidote qui lui donnent une teinte verdâtre.

Dans les trois points cités, les dépôts siliceux et leurs recouvre-

Ils sont tous constitués d'éléments empruntés aux roches rejetées par les éruptions volcaniques: fragments complexes, cristaux dissociés, boue fine, etc..., assez peu cimentés en général. Un grand nombre d'entre eux, notamment à Allah-Verdi, paraissent provenir, au moins partiellement, de matières expulsées par le volcan à l'état de sable et de poussière. Cela expliquerait l'absence à peu près complète de débris organiques dans ces derniers bancs. A Tchamlouk, au contraire, et à Akhtala, les bancs fossilifères sont nombreux et quelques-uns sont fort riches.

Le peu de temps que j'ai eu à ma disposition pour étudier ce côté de la question (une journée à Allah-Verdi, deux heures à Tchamlouk et une journée à Akhtala), était fort insuffisant pour recueillir des matériaux de choix; mais l'abondance est telle que le fruit de mes recherches a été concluant.

Jusqu'à présent, sur la foi de je ne sais quelles personnes, et en vertu de je ne sais quels arguments, on avait admis que tous les terrains de la région étaient crétacés ou postérieurs. Il n'y a pas longtemps encore, en novembre 1885, M. Bilharz, Directeur (?) à Freiberg, énonçait, comme une vérité acceptée et qu'il n'y avait même pas lieu de discuter, que la vallée du Debeda-Tchaï, passant au pied des trois gîtes précités, était toute entière creusée dans *les bancs calcaires de la formation crétacée.*

Or, ce qui manquait le plus à Akhtala quand j'y étais, c'était la chaux qu'on faisait venir de loin, et, quant au terrain crétacé, les fossiles recueillis à 200^{m} au-dessus se chargent de répondre.

Ils consistent en deux Rhynchonelles, douze autres brachiopodes, deux ou trois Pectinidés, deux Plagiostomes, une Pholadomye, une Pinnigène, un Polypier, deux Ammonites,... un Actéon (?), un Eucyclus (?), quelques-unes de ces espèces étant représentées par plusieurs échantillons.

Soumises à M. Douvillé, et contrôlées par nous dans la collection de l'Ecole des mines, six espèces ont pu être déterminées : *Rhynchonella Morierei* Davidson, *Rhynchonella Orbignyi* Oppel, *Aulacothyris pala* v. Buch, *Zeilleria Valtoni* Davidson, *Dictyothyris Bentlegi* Davidson, *Lytoceras tripartitum* Raspail ; Toutes ces espèces appartiennent au terrain jurassique moyen. Celles qui n'ont pu être déterminées ont également un faciès franchement jurassique, et aucun de ces fossiles ne provient des bancs inférieurs de la série.

Pendant le dépôt de ces bancs, fossilifères ou non, de nombreux épanchements de matières fondues sont venus s'étaler sur le fond

de la mer, modifiant souvent profondément la nature des sédiments sur lesquels ils reposaient. C'est à Akhtala même que le phénomène paraît avoir été le plus fréquent. L'aspect de ces coulées est extrêmement variable : tantôt c'est un banc de 0,25 à 0,30, d'aspect noirâtre, grumeleux, cristallin ; tantôt la coulée prend une belle teinte vert foncé, et est criblée de géodes d'épidote et de calcite, admirablement cristallisées toutes les deux ; ailleurs elle se présente sous la forme d'une roche à teinte chaude, rosée, d'une ténacité extraordinaire, et d'aspect franchement porphyroïde ; ailleurs encore elle forme un magnifique banc à structure prismatique.

Dans toutes ces roches, et même dans les roches verdâtres compactes, à éléments indistincts, qui forment des dykes diversement orientés dans la silice métallifère, l'examen n'a révélé à M. Lacroix que des roches andésitiques, plus ou moins altérées, plus ou moins chargées d'épidote, tantôt clastiques reconsolidées, tantôt fondues, mais, presque sans aucune exception, surchargées de quartz. La silice est en effet l'élément dominant dans tout cet ensemble ; elle y est l'élément métamorphisant par excellence ; certains bancs fossilifères en contact avec des nappes d'épanchement en ont été fortement imprégnés ; il y a notamment au-dessus d'Akhtala une falaise terminée par une nappe de *tuf porphyritique quartzifié* (15 mètres d'épaisseur) au-dessous de laquelle affleure une couche sédimentaire pétrie de fossiles, tous silicifiés, et en saillie sur la tranche de la couche devenue vacuolaire par suite de la dissolution atmosphérique de tout ce qui n'était pas silicifié.

J'ai essayé, dans les lignes qui précèdent, de donner les traits caractéristiques généraux de ces gîtes extrêmement intéressants. Ils mériteraient une étude approfondie au triple point de vue minéra-

type le plus remarquable que je connaisse de l'abus de la *règle de trois* dont l'emploi inconsidéré en matière de mines à déjà causé tant de désastres.

Ayant pris des échantillons dans différents points (l'auteur dit: « schritt für schritt »), en ayant fait analyser quelques-uns à Freiberg, y ayant trouvé des teneurs (qu'on ne peut plus trouver aujourd'hui) et les ayant appliquées au cube du minerai estimé par lui, etc., etc..., il arrive à la conclusion que, avec une dépense de 500,000 marks par an, on réalisera un bénéfice également annuel d'environ 5 millions 1/2 de marks !

Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans aucun détail sur la fortune à venir de ces gisements. Le seul fait à noter est que, jusqu'à présent, malgré de sérieux efforts d'argent, les résultats n'ont point été ceux que M. Bilharz et d'autres avaient pompeusement annoncés.

NOTICE GÉOLOGIQUE SUR LES ENVIRONS DE MENTON (1),

par G. BARON.

La ville de Menton, située dans la partie orientale du département des Alpes-Maritimes, s'étend sur le rivage d'une double baie orientée au S.-S.-E., au centre d'un bassin entouré d'une série de crêtes montagneuses de 1100 à 1400 mètres de hauteur disposées en amphithéâtre.

Les cimes sont constituées par des roches calcaires appartenant principalement aux étages supérieurs du terrain jurassique. Les hautes vallées sont occupées par la série des assises du terrain crétacé dont les étages supérieurs sont le plus spécialement développés. Le remplissage du bassin est formé par des marnes et des grès tertiaires. Il est entamé par plusieurs petites vallées dirigées obliquement vers la côte et creusées par des torrents dont les prin-

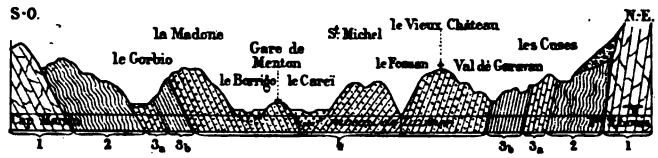


Fig. 1. — 1, Jurassique; 2, Crétacé; 3_a, Nummulitique inférieur; 3_b, Nummulitique supérieur; 4, Grès de Menton.

cipaux sont le Gorbio, le Borrigo, le Careï et le Fossan. Enfin dans

[redacted]

Mont, dont un contrefort vient aboutir à la mer au pont Saint-Louis. Ces parties saillantes du relief sont principalement constituées par un calcaire de coloration claire, blanc ou gris rosé, souvent dolomitique, ne contenant que de très rares fossiles qui paraissent appartenir à l'étage Corallien : *Rhynchonella inconstans?* Nérinées, etc. Ces calcaires très durs, difficiles à tailler, mais susceptibles de recevoir un assez beau poli, se présentent en grandes masses, mal stratifiées. En d'autres points, au Nord de Vence notamment, on voit ces mêmes calcaires couvrir de vastes espaces et s'étendre en couches moins épaisses et mieux réglées. Ces couches, plissées, communiquent au sol des ondulations irrégulières; cependant on peut reconnaître dans les vallées principales une direction S.E. - N.O. sensiblement parallèle aux deux versants latéraux du bassin de Menton.

Les assises du terrain crétacé, dont les étages inférieurs ne sont pas représentés dans les environs immédiats de Menton, reposent généralement en stratification presque concordante sur les calcaires jurassiques. Elles sont constituées par un calcaire marneux en plaquettes, devenant glauconieux et noirâtre vers le Nord et l'Est, et se poursuivant sur toute la bordure du bassin en reliant entre eux les massifs jurassiques. Leur direction générale, sauf quelques plissements, se montre constamment S.E. - N.O. Leur inclinaison se rapproche le plus souvent de la verticale avec plongement vers l'axe du bassin.

Par exception la crête sur laquelle s'élève le village de Castellar, et qui forme une pointe avancée dans l'intérieur du bassin, est constituée par des assises présentant une inclinaison beaucoup plus faible, 45° environ, et paraît s'être détachée du massif du Berceau dont elle est séparée actuellement par une assez forte dépression.

La zone moyenne renferme quelques Inocérames, un peu partout, et de très rares Ammonites de grande taille voisines de l'*Am. Neubergicus* (Le Castellar). Un peu au-dessus se rencontrent, notamment dans le lit du Gorbio, exactement à la limite de l'octroi de Menton, des baguettes de Cidaris, un petit Micraster non dénommé avec *Echinocorys*, *Terebratula semiglobosa*, *Rhynchonella*, etc. C'est-à-dire qu'on retrouve dans ces assises du bassin de Menton la faune des carrières à ciment de Contes-les-Pins et de la région avoisinante, et qu'elles appartiennent par conséquent à la même formation. Enfin la zone tout à fait supérieure montre la roche remplie de tubulures coralliformes. La majeure partie au moins des assises crétacées que

nous venons de décrire doit donc être attribuée à l'étage sénonien supérieur.

Avec les formations tertiaires commence à apparaître nettement la disposition en cuvette des assises qui constituent le bassin de Menton.

La zone inférieure de l'étage nummulitique qui en marque le début est cependant interrompue par la pointe crétacée du Castellar, qui partage cette zone en deux versants présentant des différences très tranchées de faune et de composition. Elle est formée, en effet, sur le versant oriental, par des calcaires marneux noirâtres entièrement pétris de Nummulites, notamment les *N. perforata* et *N. lucasana* qui se retrouvent, au milieu de roches d'aspect semblable, à la localité classique de La Mortola, dans la direction de Vintimille. Sur le versant occidental, ces bancs à Nummulites sont remplacés par des calcaires argilo-sableux de couleur cendrée, en bancs minces, remplis de mollusques généralement à l'état de moules comprenant de nombreux Bivalves, Lucines, Cythérées ainsi que des Natices, Turritelles, etc., et rappelant à la fois la faune et l'aspect lithologique du gisement de La Palarea, près de Nice. De telle sorte que cette pointe semble avoir occasionné une séparation qui s'étendait aux régions voisines. Ajoutons que les dépôts du Nummulitique présentent un développement plus considérable et remontent à une altitude plus élevée sur le versant oriental ainsi délimité que sur le versant opposé, et donnent par là l'indice d'une faille dont il sera parlé plus loin.

La zone supérieure du terrain Nummulitique est constituée par des marnes argileuses grises, presque sans fossiles, qui s'étendent en avant du massif du Castellar avec une épaisseur très réduite, mais sans présenter d'interruption comme celle qui s'est produite

accentuée vers la partie septentrionale par suite de leur changement de direction, qui prend une disposition circulaire. De toutes parts leurs couches sont très fortement redressées, et le plus souvent on voit leur position normale troublée par une cause accidentelle qu'il importe de définir. Les argiles grises qui surmontent les bancs fossilifères ont forcément suivi le même mouvement que ceux-ci. D'autre part les assises qui forment la série tertiaire, y compris les grès qui la terminent en cet endroit, plongent vers le centre du bassin, en présentant dans leur ensemble une inclinaison générale vers le S.-E., c'est-à-dire vers la mer. Soit que toute la masse des grès ait glissé sur son lit d'argile ou que simplement les agents atmosphériques aidés des eaux torrentielles aient peu à peu miné et détruit partiellement les argiles, celles-ci se sont creusées en produisant une dépression circulaire. De leur côté, les bancs du calcaire nummulitique, n'étant plus soutenus, se sont écroulés presque partout. On peut les observer notamment dans la tranchée du nouveau boulevard de Garavan et dans la carrière des Cuses où d'énormes blocs se sont amoncelés pêle-même en se mélangeant avec les argiles. Egalement au nord du petit massif du Castellar, ils s'arrêtent brusquement au milieu du ravin qui le sépare du Berceau.

Notons en passant, près du village de Monti, à 400^{m} plus au N., sur la route, un petit lambeau long d'une centaine de mètres de calcaire nummulitique (appartenant au type occidental), plaqué contre les roches crétacées, mais en discordance avec elles, et qui vient indiquer que les érosions du Careï ont enlevé une partie de ce terrain, dont les dépôts remontaient à plusieurs kilomètres dans la vallée.

De puissantes assises de grès viennent recouvrir les marnes nummulitiques. Ces grès, habituellement jaunâtres, plus ou moins grossiers, généralement d'une faible cohésion et par suite fortement corrodés et ravinés à leur surface, montrent sur le flanc des vallées leur stratification bien réglée. Ils sont le plus souvent micacés et quelquefois argileux surtout dans les couches inférieures qui débutent par des bancs en minces plaquettes. Ils ne paraissent contenir que quelques débris de végétaux et sont généralement attribués aux formations des régions alpines désignées sous le nom de Flysch. Leurs affleurements commencent près de la rive gauche du Gorbio, sur la crête qui domine le vallon, puis descendent jusque dans le lit du torrent qu'ils franchissent même en plusieurs points, remontent à 300^{m} environ au-delà du coude que fait la route et vont

rejoindre le vallon des Castagnins, où on peut observer une particularité qui mérite d'être signalée. A un kilomètre environ du confluent de cette vallée avec celle du Borrigo, on voit les bancs de la partie supérieure des grès empâter de nombreux blocs calcaires, principalement d'origine jurassique, roulés et altérés à leur surface, ils sont en moyenne de la grosseur de la tête et donnent lieu à une exploitation. Au sein des mêmes assises, on rencontre des poches remplies par une argile grise très onctueuse qui est également exploitée.

Il est difficile de séparer ces grès des assises sous-jacentes qui présentent une roche de même composition. Il y a tout lieu de croire d'ailleurs que des dépôts semblables ont existé dans les autres vallées, d'où les courants les ont plus tard enlevés et transportés près de la côte où ils forment les principaux éléments des alluvions actuelles, tandis qu'ils se sont conservés accidentellement dans une vallée plus étroite et tortueuse.

Si nous reprenons la suite des affleurements de nos grès, nous les voyons passer derrière la chapelle de Sainte-Lucie, franchir successivement le Borrigo et le Careï, puis, traversant l'ancien chemin du Castellar à la borne qui sépare les deux communes, descendre dans la vallée du Fossan pour venir rejoindre le vallon de Garavan, en passant par le petit ravin de la Colle. De là les bancs de grès se poursuivent jusqu'à la côte, et même au-delà du quai on les voit émerger dans le port assez loin du rivage.

Pour terminer la description des assises tertiaires de cette région, il nous reste à signaler les poudingues formant le remplissage du cirque au milieu duquel s'élèvent le vieux château et la petite ville de Roquebrune. Leur direction est S.-E. N.-O. avec une pente assez

de la montagne ou encore les petits dépôts argileux du vallon des Castagnins dont nous parlons plus haut.

Il ne nous reste plus à examiner que la disposition des assises tertiaires du bassin de Menton et plus spécialement des grès qui en occupent la plus grande étendue. On voit ceux-ci s'appuyer sur les marnes nummulitiques, mais avec une inclinaison moindre, surtout sur le versant occidental où elle n'a que 35° à 40° environ. La ligne de séparation entre les deux versants forme, au fond d'un pli synclinal parallèle à la direction des couches, une rupture accompagnée de dislocation des bancs de grès, qui suit la dépression formée par le quartier des Vignasses, entre la colline de l'Annonciade et la butte du pavillon Partonneaux. D'un côté elle rejoint et traverse la vallée du Borrigo au confluent du vallon des Castagnins, dans lequel on peut la suivre bien visiblement jusqu'aux environs du point où nous avons signalé des dépôts torrentiels, qui indiquent que l'effondrement du bassin était, déjà à leur époque, au moins en voie de formation. Plus loin la discordance entre la direction des couches de grès de chaque côté de la vallée s'atténue par suite de l'inflexion que commencent à prendre les bancs, que l'on voit alors traverser le lit du torrent sans présenter de rupture appréciable.

Il paraît résulter de l'orientation des grès qui occupent la pointe comprise entre le vallon des Castagnins et la vallée du Borrigo qu'une ligne secondaire de rupture suit cette dernière, en remontant dans la direction même du torrent à droite de Sainte-Agnès.

D'autre part, si on prolonge vers le S.-E., sans tenir compte des alluvions qui la masquent, la ligne principale de rupture, c'est-à-dire celle qui marque le centre d'affaissement du bassin, on la voit traverser obliquement le Careï vers le pont du chemin de fer et venir aboutir à la mer entre le jardin public et la place St-Roch.

La direction et l'inclinaison des couches de grès ne se modifient pas sensiblement en traversant la vallée du Careï. Dans la petite vallée du Fossan, au contraire, leur inclinaison change notablement d'une rive à l'autre, et donne l'indication d'une véritable faille dont le prolongement va rejoindre la faille plus ancienne qui a déterminé l'isolement du petit massif du Castellar, puis semble se diriger dans la direction de Castillon. L'existence de cette faille est aussi confirmée par l'examen des bancs de grès, dont les épaisseurs relatives permettent de distinguer assez facilement les différents niveaux. Elle ramène à une égale puissance les assises des deux versants, qui en apparence sembleraient plus développées sur le côté oriental que sur l'autre. Vers l'extrémité septentrionale du bassin, la direction

des bancs de grès s'infléchit légèrement en dedans, mais elle ne devient tout à fait transversale qu'entre les deux lignes de rupture centrale, où ils se montrent même, principalement vers le point de jonction de ces deux lignes, contournés et brisés comme par une pression latérale.

Nous avons vu que l'ensemble du bassin tertiaire présentait, outre son creusement central, un affaissement général dans la direction de la mer, sous laquelle il finit par plonger. Il en est résulté la formation d'une baie, dans laquelle des dépôts marins sont venus s'ajouter aux dépôts amenés par les torrents et le remplissent d'alluvions composées d'éléments variés et peu homogènes. On y voit alterner des lits de galets mélangés de gros blocs de toute nature (calcaires nummulitiques ou jurassiques principalement) avec des couches argilo-sableuses. Ajoutons que ces alluvions remontent à une certaine distance dans les vallées. Il importe de noter spécialement les dépôts torrentiels que l'on rencontre en plusieurs points de la vallée du Borrigo, en approchant du massif de Sainte-Agnès, et qui occupent une altitude de 20 à 30 mètres au-dessus du lit actuel du torrent.

Tandis que toute la partie haute de la vieille ville de Menton est construite sur le grès, dont les couches, il faut le dire, y sont très fortement redressées, toute la partie basse, située en avant de la gare et s'étendant depuis le Fossan jusqu'à La Madone, est bâtie sur les alluvions. Quant à l'autre moitié de la nouvelle ville, située dans la baie de Garavan, la composition géologique du sol sur lequel elle s'élève est assez compliquée. La partie la plus voisine de la vieille ville, celle qui fait face au port, est construite sur le grès. La partie moyenne est établie sur les deux assises du Nummulitique, la première argileuse, l'autre marno-calcaire très disloquée.

sismiques, il est difficile, quand on fait appel au souvenir du triste évènement de 1887, de ne pas être frappé de la relation évidente qui existe entre eux. On ne peut s'empêcher de considérer surtout que la principale ligne d'écroulement a suivi fatalement la ligne centrale de rupture du bassin. Les autres influences locales apparaissent aussi toutes plus ou moins nettement. Mais nous n'insisterons pas et laisserons à chacun le soin de tirer de notre étude les conclusions qu'il lui conviendra.

NOTE SUR LES GENRES *TRILLINA* ET *LINDERINA*,

par M. C. SCHLUMBERGER (1).

(Pl. III).

Dans notre première communication sur le dimorphisme des Foraminifères (2) et dans notre note sur les Miliolidées trématophorées (3), nous avons, M. Munier-Chalmas et moi, signalé le genre *Trillina*. De même que les *Pentellina* représentent le type *Quinqueloculina* dans la série des Miliolidées trématophorées, les *Trillina* représentaient les *Triloculina*. Nous comptions le décrire avec beaucoup d'autres trématophorées dans une seconde note qui n'a pas encore été publiée. J'ai eu la bonne fortune de découvrir un *Trillina* très intéressant en examinant une petite provision de sable qu'un de mes savants correspondants d'Australie, M. W. Howchin, m'avait obligeamment envoyé. Ce sable provient des couches éocènes de Muddy Creek, dans la province de Victoria. M. Howchin a publié (4) la liste des foraminifères de cette localité et a figuré les espèces nouvelles, mais les *Trillina*, assez rares d'ailleurs, avaient échappé à ses investigations et il ne signale qu'une espèce de Miliolidée, probablement trématophorée, qu'il identifie avec *Quinqueloculina prisca* Terquem, du Calcaire grossier.

Le second des genres nouveaux qui font l'objet de cette note a été découvert par mon ami M. Linder, inspecteur général des Mines, dans les déblais d'un des nombreux sondages exécutés dans le

dinaux et transversaux. Têt ponctué. Ouverture munie d'un trématophore.

TRILLINA HOWCHINI Schlumb. n. sp. Fig. 1. Pl. III, fig. 6.

Forme A. — Si l'on examine la fig. 1, dans laquelle le contour extérieur des loges a seul été marqué sans tenir compte ni du remplissage interne ni de la nature externe du têt, on remarque au centre la mégasphère avec son canal. Elle est enveloppée par les trois premières loges ; elles ont un contour triangulaire et toutes les suivantes gardent cette même forme avec un angle extérieur plus ou moins arrondi. La quatrième, au lieu de se placer sur la première comme dans les Triloculines à trois plans de symétrie, est à cheval sur les loges 1 et 2: la cinquième sur les loges 2 et 3 et ainsi

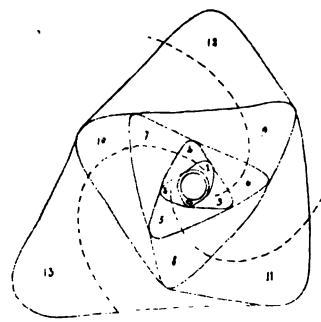


Fig. 1. — *Trillina Howchini* Schlumb. Forme A, grossie 50 fois.

de suite jusqu'à la loge 13 qui est placée sur les loges 10 et 11. Si maintenant on joint les centres de figure des loges 1, 4, 7, 10, 13 ; 2, 5, 8, 11 ; 3, 6, 9, 12, par des courbes continues, on voit qu'elles sont respectivement situées sur trois surfaces de symétrie.

En se reportant à la Pl. III, fig. 6, qui est une photographie d'une section mince passant par la mégasphère, on voit que l'intérieur des loges, de la première à la dernière, est occupé par un dépôt calcaire traversé longitudinalement d'un pôle à l'autre par un canal ovalaire central qui augmente de dimension à mesure que les loges grandissent. De plus, très près de la paroi externe et tout le long de ce bord, on voit une série de petits canaux longitudinaux qui sont reliés au canal central par des canaux horizontaux séparés par des piliers en forme de massue. Les séries horizontales de ces canaux sont séparées entre elles par de minces plateaux. La coupe

montre aussi que la surface extérieure du têt est fortement ponctuée.

Forme B. Inconnue.

Caractères externes. Fig. 2. Plasmostracum tétraédrique rétréci

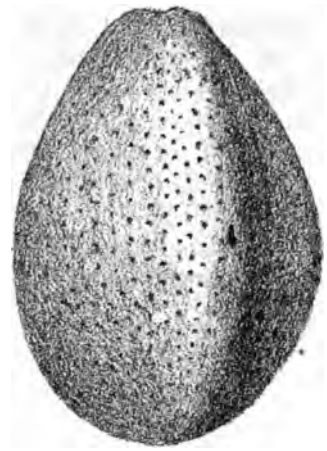


Fig. 2. — *Trillina Howchini* Schlumb., grossie environ 40 fois.

vers les pôles montrant trois loges dont les sutures sont peu apparentes. Têt couvert de nombreuses lignes de ponctuations. Ouverture munie d'un trématophore (1).

Habitat. — Couche supérieure du tertiaire de Muddy Creek (Victoria), que les géologues australiens considèrent comme appartenant à l'Eocène.

Genre LINDERINA Schlumb. n. g.

[redacted]

LINDERINA BRUGESI Schlumb. n. sp. Fig. 3-5. Pl. III. Fig. 7-9.

Forme A. — Une section transversale, perpendiculaire au disque (Pl. III., fig. 7), montre au centre une grosse loge initiale sphérique accompagnée à droite et à gauche, et sur une ligne plus ou moins courbe, d'une série de loges qui augmentent peu à peu de hauteur. Elles sont enveloppées en dessus et en dessous d'un dépôt calcaire plus épais au centre qu'aux extrémités; ce massif est produit, comme le montrent les lignes de suture, par le prolongement, vers le centre, des parois des loges.

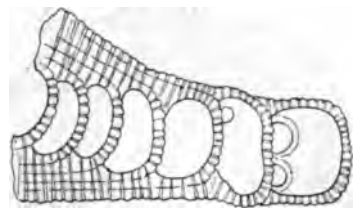


Fig. 3. — *Linderina Brugesi* Schlumb., portion de section transversale, grossie 100 fois (1).

Ces parois (fig. 3) sont largement perforées et ces perforations se continuent en ligne droite, et en s'élargissant un peu, à travers toute l'épaisseur de l'enveloppe calcaire pour aboutir à la surface du têt et mettre ainsi en communication toutes les loges avec l'extérieur. La section (fig. 3) ayant encore une certaine épaisseur, on aperçoit dans les deux loges extrêmes de la figure les ouvertures, inégalement distribuées, par lesquelles deux loges voisines sur une même circonférence communiquent entre elles.

Dans une section perpendiculaire à la précédente, par conséquent

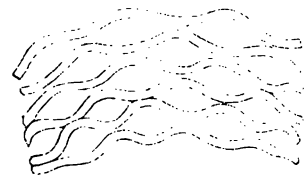


Fig. 4. — *Linderina Brugesi* Schlumb. Partie de section horizontale, grossie 100 fois.

dans le plan du disque Pl. III, fig. 9, il est impossible de faire ressortir toute la série des loges à partir de la mégasphère, car elles sont

(1) Figure à demi schématique de la section de la Pl. III, fig. 7.

généralement situées sur une surface concave. La fig. 4 reproduit, à un grossissement plus fort, une partie de la fig. 9 (Pl. III) et l'on constate que dans la partie médiane de leur hauteur, la paroi de toutes les loges est continue sur tout le pourtour, sans aucune trace de suture et s'infléchit pour former chacune des petites loges.

Au milieu de la fig. 9 (Pl. III), on remarque les nombreuses et fortes perforations du massif calcaire.

Forme B. — Elle ne diffère (Pl. III, fig. 8) de la forme *A* que par la petitesse de la loge initiale.

Caractères externes. — Fig. 5.

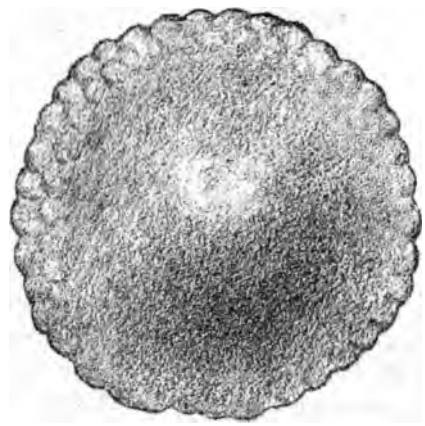


Fig. 5. — *Linderina Brugesi* Schlumb., grossie environ 40 fois.

Plasmostracum discoïdal plus épais au centre que sur les bords, où l'on aperçoit seulement deux rangs circulaires de petites loges.

[redacted]

l'Ile Zebu, l'une des îles du groupe des Bissayas au Sud du Luçon. Il ne se compose que de quatre espèces : quelques *Polystomella craticulata* F. et M. et *Operculina complanata* d'Orb.; de trois ou quatre *Sigmoilina* très voisines de *S. celata* Costa, mais avec une carène plus aiguë et d'un nombre très considérable de *Trillina Howchini*.

Cette espèce, assez rare en Australie, est très commune à l'Ile Zebu, et cette circonstance m'a permis d'en compléter l'étude et de trouver la forme B. La très petite microsphère est entourée de cinq petites loges à parois minces, sans dépôt interne. La disposition triloculinaire commence avec la neuvième loge et le plasmostracum est formé par une vingtaine de loges, tandis que l'on n'en compte que dix à douze dans la forme A. Les individus de forme B sont à peine plus grands que ceux de forme A.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

Fig. 6. — *Trillina Howchini* Schlumb. Photographie d'une section mince, grossie 50 fois.

Fig. 7 et 8. — *Linderina Brugesi* Schlumb. Photographies de sections transversales des formes A et B, grossies environ 36 fois.

Fig. 9. — La même. Photographie d'une section horizontale, grossie env. 36 fois.

SUR LE PERMIEN DU MASSIF DE LA VANOISE,

par M. P. TERMIER (1).

M. D. Zaccagna, dont chacun connaît les remarquables travaux sur la géologie des Alpes Occidentales, vient de publier le relevé (2) des observations faites en 1887 et 1889, par lui et par son collègue, M. Mattirolo, au cours de quelques excursions à travers les montagnes de la Maurienne et de la Tarentaise. A ce travail sont jointes une planche de coupes et une carte géologique à $\frac{1}{250000}$ de la partie centrale des Alpes Grées.

Ainsi que l'explique M. Zaccagna au début de la Note, ladite carte doit être considérée, surtout pour la partie française, comme une simple esquisse. Les détails n'en ont été soignés qu'au voisinage des lignes de coupes. Pour les régions de la Savoie qu'il n'a pu parcourir, l'auteur s'est contenté de reproduire, en les interprétant suivant ses propres idées, les tracés de Lory, Pillet et Vallet. La gravure des deux planches du *Riassunto* étant déjà terminée lorsque parurent mon *Etude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise* et la carte géologique à $\frac{1}{80000}$ qui y est annexée, M. Zaccagna ne crut pas devoir corriger sa carte d'après les indications détaillées qu'il eût pu tirer de la mienne. Il préféra laisser à son esquisse un caractère absolument personnel.

Telle qu'elle est, cette esquisse (je ne parle bien entendu que de la partie française), considérée à son véritable point de vue, c'est-à-dire comme un schéma de la géologie des Alpes savoisiennes, est

dus, pour la plus forte part, à M. Zaccagna. C'est lui tout le premier qui a appelé l'attention du Service de la Carte Géologique détaillée de la France sur les imperfections (quelle œuvre humaine en est exempte ?) de l'œuvre de Lory. A ce titre, sa carte est fort intéressante, et il vaut mieux qu'il nous l'ait livrée sans retouches. Elle mérite de rester, dans les archives de la géologie alpine, comme un monument de ce que peut réaliser, en fait de synthèse stratigraphique d'un pays très mal connu et extraordinairement difficile, un esprit puissant et sagace, n'ayant à sa disposition qu'un nombre très insuffisant d'observations.

Je ne me propose donc en aucune manière de critiquer ici les détails de la carte de M. Zaccagna, puisqu'il nous déclare lui-même qu'il ne peut garantir l'exactitude de ces détails. Je veux simplement répondre en quelques mots au reproche qu'il me fait d'avoir, dans ma monographie de la Vanoise, exagéré l'extension du terrain permien métamorphique aux dépens du Prépaléozoïque.

Je commencerai par faire remarquer que nous sommes d'accord, M. Zaccagna et moi, sur la *permicité* des phyllades de Modane, du col de Chavière, de la montagne du Saut, du col du Fruit, du Villard et de Champagny. Sans doute les limites indiquées sur nos cartes entre le Houiller et le Permien, comme aussi entre le Permien et le Trias, ne concordent pas absolument; mais c'est là un détail sans importance, puisque, en l'absence de tout fossile, la délimitation de l'étage permien est nécessairement conventionnelle.

Le désaccord entre M. Zaccagna et moi porte seulement sur deux régions : la haute vallée du Doron de Champagny et l'anticlinal de la Vanoise. Dans ces deux régions, M. Zaccagna attribue aux gneiss et micaschistes du Prépaléozoïque les schistes micacés que j'ai cru devoir rapporter au Permien. Il s'abstient d'ailleurs de discuter les arguments sur lesquels j'ai édifié mon interprétation, et n'appuie la sienne que sur l'argument tiré du faciès lithologique.

Malgré la très haute autorité de M. Zaccagna, je crois devoir persister dans mon opinion. Les raisons qui m'y déterminent sont de nature et aussi de valeur différentes pour les deux régions qui font l'objet du litige. Je traiterai donc successivement de chacune de ces deux régions.

A. Haute vallée du Doron de Champagny. — M. Zaccagna décrit cette région (1) d'après des notes que lui a fournies M. Mattirolo. Il termine en avertissant le lecteur que la course de M. Mattirolo a été très rapide et faite dans de mauvaises conditions climatériques.

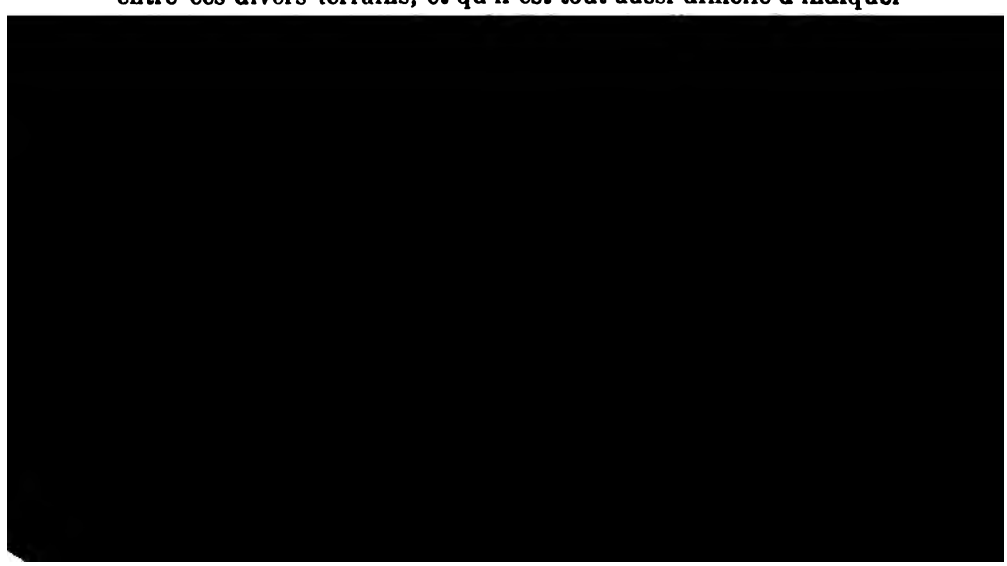
(1) D. Zaccagna, *loco citato*, p. 225 à 233.

A l'amont de Fribuge, la vallée du Doron est dominée de part et d'autre par de grands escarpements de couleur sombre. De Fribuge à Laisonnay, la vallée est encombrée de débris de toute sorte : ce n'est qu'au delà de Laisonnay que le chemin muletier rencontre de nouveau la roche en place. Cette roche est un schiste micacé d'apparence très métamorphique.

On s'explique que l'ensemble ait paru très homogène à M. Mattirolo et qu'il ait, de prime abord, rapporté à l'Archéen les phyllades des deux rives, depuis Fribuge jusqu'au fond du cirque de Pramecou. Telle avait été aussi, après la même traversée, l'impression de Lory.

En réalité, les escarpements noirâtres qui dominent le Doron entre Fribuge et Laisonnay sont formés de *terrain houiller* (1). Sur les deux rives, les habitants de la vallée ont pratiqué de nombreuses fouilles aux affleurements de petites veines d'anthracite. Ce Houiller apparaît en *anticlinal* au milieu des phyllades. Les phyllades de la rive gauche sont le prolongement certain des phyllades de Champagny (rapportés au Permien par M. Zaccagna) : ils forment toute la haute crête de la Becca-Motta, du Grand-Bec et du Vallonet, toujours compris *entre* le Houiller du bas de la vallée et le Trias de la Vuzelle, du Creux-Noir et des Aiguilles de la Glière. Les phyllades de la rive droite prolongent encore les couches du Bois, permiennes d'après M. Zaccagna; ils forment tout le massif de l'Aiguille-du-Midi. Dans le haut du ravin de Laisonnay, ils supportent des assises triasiques, de sorte que ces phyllades sont, comme ceux du massif du Grand-Bec, compris *entre* le Houiller et le Trias.

J'ajoute qu'il n'y a pas la moindre discordance de stratification entre ces divers terrains, et qu'il est tout aussi difficile d'indiquer



Or ces phyllades ont, dans la vallée du Doron, une direction générale Est-Ouest. Ils ne tournent point au Nord à Laisonnay, comme l'indique la carte de M. Zaccagna, et, dans le défilé supérieur du Doron, en aval de la Plagne, ils ne sont point cachés par le Trias. On peut les suivre *sans discontinuité* de Laisonnay jusqu'à la base du glacier de Pramecou, toujours semblables à eux-mêmes et toujours renversés sur les quartzites des Aiguilles de la Glière. Entre la Plagne et le glacier de Pramecou, la direction est encore vers l'Est; mais la largeur de l'anticlinal diminue peu à peu jusqu'à ce qu'enfin il disparaisse sous les calcaires triasiques des Rochers de Pramecou et de la Grande-Motte. Ce n'est qu'un peu plus loin vers l'Est, au-delà du glacier de la Grande-Motte, que les plis, extraordinairement serrés et multipliés, reprennent la direction du Nord et marchent droit sur Tignes.

M. Zaccagna (1) signale, d'après M. Mattirolo, un lambeau de calcschistes de type archéen en discordance sous les dépôts triasiques, à la base du glacier de Pramecou, à l'endroit où le torrent entaille la roche en formant une belle cascade. Je crois que M. Mattirolo a été induit en erreur par les nombreux reploiements qui affectent dans cette région les couches triasiques. Le point signalé par M. Zaccagna a été de ma part l'objet d'une étude attentive (2) : je n'y ai rien vu qui ressemble à une discordance de stratification. Les plis y sont d'ailleurs si nombreux et si serrés que des terrains originellement discordants seraient, selon toute vraisemblance, devenus sensiblement parallèles.

Il est donc stratigraphiquement impossible de séparer des phyllades du Grand-Bec ceux du cirque de la Glière et des glaciers de Lépéna, Rosolin et Pramecou.

Stratigraphiquement, tous ces phyllades ne peuvent être rapportés qu'au terrain permien ou à la partie supérieure du terrain houiller. Comme ils ont un faciès très spécial, l'attribution au Permien est la plus vraisemblable.

L'argument pétrographique corrobore cette conclusion.

Nulle part, dans la région qui nous occupe, ni à Laisonnay, ni dans le cirque de la Glière, je n'ai observé ces amphibolites dont parle M. Zaccagna, qu'il indique même sur sa carte, et qui seraient, en effet, de nature à faire attribuer l'ensemble au Prépaléozoïque. Le type pétrographique dominant est celui d'un schiste satiné, à *clivage plissoté*, généralement sériciteux, plus rarement

(1) D. Zaccagna, *loco citato*, p. 233.
(2) P. Termier, *loco citato*, p. 107 et coupe N° 7.

chloriteux. Dans les schistes de Laisonnay et du Grand-Bec, le microscope décèle généralement l'existence de nombreux galets quartzeux plus ou moins recristallisés sur les bords. Les feldspaths sont relativement rares. Les minéraux de métamorphisme sont, outre les phyllites et le quartz, le rutile, la tourmaline, le sphène, l'épidote et la zoïzite. Il *n'y a pas de différence pétrographique* entre les phyllades du Grand-Bec et de Laisonnay et ceux (permiens pour M. Zaccagna) du Villard ou de Champagny.

Il est vrai (1) que le métamorphisme augmente au fur et à mesure que l'on remonte le Doron. Dans le cirque de la Glière, les assises à galets nets deviennent exceptionnelles. La prédominance appartient aux schistes à sphène et épidote. Mais ces schistes à sphène et épidote n'ont, au microscope, aucunement l'aspect archéen. Leur métamorphisme n'est pas plus grand que celui de certains phyllades houillers de Champagny. Les phyllites y demeurent très courtes : ce sont des schistes micacés et non de véritables micaschistes.

Je n'hésite donc pas à dire que l'attribution au Permien des phyllades de la haute vallée du Doron de Champagny est *absolument rationnelle*. Leur *permicité* est tout aussi certaine que la *permicité* des phyllades de Modane et du col de Chavière. Je ne doute pas que M. Zaccagna, si bon juge en matière de terrain permien, ne me donne gain de cause sur ce premier point, le jour où il lui sera permis d'étudier à loisir le cirque de la Glière et les gorges à l'amont de Fribuge.

Je ne dirai rien des massifs de l'Aiguille-du-Midi et du Mont-Pourri (2), car je ne les ai point visités. M. Marcel Bertrand, qui les a parcourus, m'a déclaré que le Houiller et le Permien en forment la plus grande partie.

chaîne de la Sana sont séparés des phyllades en question par une bande continue de Trias. C'est par erreur que M. Zaccagna indique, dans sa carte, au sud de la Grande-Motte, un contact entre les schistes lustrés et les micaschistes.

Les rapports du terrain en question, d'une part avec le Houiller, de l'autre avec les schistes lustrés, sont donc invisibles. On ne peut *affirmer* qu'une chose : l'antériorité dudit terrain au Trias. J'ajoute que le Trias et les phyllades sont rigoureusement concordants dans toute la région qui nous occupe, et que, lorsque les quartzites apparaissent à la base du Trias, on a beaucoup de peine à marquer la limite précise où les phyllades finissent et où commencent les quartzites.

La stratigraphie étant en défaut, on ne peut plus s'appuyer que sur l'argument pétrographique. Or, de l'étude micrographique attentive d'un très grand nombre d'échantillons, comme aussi de l'examen minutieux des faciès sur le terrain même, ressort pour moi une double conclusion :

1° La présence indiscutable du terrain permien dans l'anticlinal de la Vanoise;

2° L'impossibilité de séparer les phyllades dont la permicité est certaine des autres phyllades, même les plus métamorphiques.

Et d'abord, la présence du Permien dans l'anticlinal de la Vanoise est certaine. Toute la haute vallée d'Aussois, au-dessus de la petite plaine appelée le Plan-d'Amont, est creusée dans des phyllades (1), je ne dirai pas analogues, mais *identiques* à ceux de Modane et du col de Chavière (2). On retrouve là ces schistes violacés à noyaux de quartz laiteux, dont l'aspect inhomogène est si caractéristique. Ils alternent avec des schistes gris et verts, et avec des quartzites verdâtres à gros galets de quartz rose. Ces couches forment la haute crête qui court du Rateau à l'Aiguille Doran : on les suit au Sud jusqu'à Modane, où leur passage a été parfaitement reconnu par M. Zaccagna.

Entre cette bande permienne du col d'Aussois et les quartzites du col de Chavière, il n'y a pas place pour un anticlinal archéen. Les schistes sériciteux et chloriteux de la Pointe-de-l'Echelle sont le prolongement certain de ceux de l'Aiguille Doran, et l'équivalent indubitable de ceux du massif de Polset. Toute la crête de Rosoire est faite de ces mêmes schistes. De même aussi la crête déchiquetée

(1) La carte de M. Zaccagna attribue, je ne sais pourquoi, aux quartzites du Trias, tout ce fond de vallée. Lory y avait vu des micaschistes.

(2) P. Termier, *loco citato*, p. 45-47.

de l'Argentière. Les bancs, dirigés Nord-Nord-Est et plongeant vers l'Ouest, s'en vont former le petit massif du Pommier-Blanc, puis la barre rocheuse qui sépare les pâturages des Nants de ceux de la Valette.

L'anticlinal de la Vanoise est donc flanqué à l'Ouest d'une bande permienne continue, dont la largeur moyenne dépasse quinze cents mètres. Les assises qui constituent cette bande ne diffèrent en rien de celles qui forment, sur l'autre rive du Doron de Pralognan, l'anticlinal du massif de Polset.

A l'Est d'une ligne allant du Grand-Marchet au sommet coté 3156 de la crête du col d'Aussois, on voit le métamorphisme des phyllades croître graduellement, jusqu'à une cristallinité vraiment très grande, sans que nulle part on puisse observer soit une discordance de stratification, soit un changement brusque de faciès. Que l'on aborde le haut plateau glacé de la Vanoise par les névés de la Valette, ou par le glacier de Genépy, ou par le fond de la vallée d'Aussois (Roche-Chevrière), l'impression que l'on éprouve sur le terrain est la même : celle de l'impossibilité de séparer les phyllades du plateau des schistes permiens de la bande occidentale (1).

Cette impression augmente encore quand on compare, au point de vue micrographique, les phyllades de la région la plus cristalline (versant Est du plateau de la Vanoise, gorges du Doron, Entre-deux-Eaux) et ceux de la bande permienne. Les uns et les autres semblent être de la même famille. « Les mêmes variétés, contenant » les mêmes minéraux de métamorphisme, se rencontrent partout, » plus ou moins abondantes. Tel schiste d'Entre-deux-Eaux a une » structure micrographique entièrement semblable à celle d'un » schiste du col de Chavière. Les phyllades du Dôme-de-Chasseforêt » se retrouvent, sans la moindre différence, dans les gorges de

sans en dévier les files, tantôt les ayant alignés de force dans leurs plans de clivage.

Autant les phyllades du Glacier de la Vanoise se rapprochent, par leur physionomie générale, des schistes incontestablement permiens du versant Ouest, autant ils s'éloignent des schistes antéhouillers que je connais dans les Alpes françaises.

Depuis ma campagne dans la Vanoise, j'ai consacré déjà deux étés à l'exploration des massifs cristallins du Pelvoux et des Grandes-Rousses. Les phyllades qui constituent une grande partie de ces massifs ne ressemblent point à ceux de la Vanoise. Les minéraux de métamorphisme n'y sont pas les mêmes, ou y présentent des caractères fort différents. Les feldspaths surtout y ont une bien autre allure. L'amphibole commune (actinote et hornblende) *que je n'ai nulle part rencontrée* dans la Vanoise (1), y remplace absolument le glaucophane. Les schistes anciens du Brévent, de Pormenaz et du Prarion, d'après les belles descriptions que nous a données M. Michel-Lévy (2), sont analogues à celles du Pelvoux et des Grandes-Rousses, et, comme ceux-ci, nettement différents de ceux de la Vanoise.

Si donc l'on ne peut *affirmer*, comme je le faisais tout-à-l'heure pour la haute vallée de Champagny, la *permicité* de *tous* les phyllades constituant l'anticlinal de la Vanoise, du moins faut-il reconnaître que l'attribution de ces assises au Permien est vraiment rationnelle. Sans doute, c'est une hypothèse ; mais c'est une hypothèse sérieusement fondée et même extrêmement probable. En l'état actuel de nos connaissances, elle est, à mon avis, la seule que l'on soit scientifiquement en droit de formuler.

Contre cette hypothèse, il n'y a d'ailleurs pas d'objections embarrassantes. M. Zaccagna allègue l'extrême complication que je suis obligé d'admettre dans la région d'Entre-deux-Eaux : mais cette complication résulte uniquement de ce fait qu'il y a *partout*, entre les schistes lustrés et les micaschistes en question, une bande de Trias. Que les micaschistes soient permiens ou archéens, l'allure générale des coupes est la même.

On ne peut objecter sérieusement l'épaisseur que je suis conduit à donner au terrain permien dans le massif de la Vanoise. Personne

(1) Je fais naturellement abstraction des *Schistes Lustrés* de la chaîne de la Sana, qui contiennent des amphibolites du type ordinaire. Ces schistes ne sont point en cause ici.

(2) Michel-Lévy. — *Etude sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont-Blanc* et *Note sur la prolongation vers le sud de la chaîne des Aiguilles-Rouges*, Bulletin des services de la carte géologique, t. I et III.

ne peut nier que ce terrain existe dans les massifs de Polset et de la Becca-Motta et qu'il y atteigne une épaisseur très grande, probablement supérieure à un millier de mètres. Quoi d'étonnant dès lors que ce terrain se retrouve dans l'anticlinal de la Vanoise avec une épaisseur, plus forte sans doute, mais comparable ? Cette épaisseur, en tout cas, est bien inférieure à celle qu'atteint le Houiller entre le massif de Polset et le col des Encombres.

Dans les Alpes occidentales, les dépôts permiens ont certainement été discontinus. On doit donc s'attendre à ne pas toujours les rencontrer sous les assises triasiques, et, quand on les rencontre, à leur trouver des puissances fort inégales (1). L'épaisseur des dépôts a dû parfois localement s'augmenter par l'accumulation de coulées éruptives, comme il arrive pour le Houiller et le Trias (2). La forte teneur en alcalis de la plupart des assises permiennes (ou supposées permiennes) du massif de la Vanoise me porte à croire que cette dernière cause a largement contribué à l'exagération locale de la puissance, comme à celle de la cristallinité (3).

Quant à l'objection tirée d'un *trop grand* métamorphisme, elle résulte d'une idée préconçue, et, par conséquent, ne peut être invoquée contre un fait. Or, un fait certain, c'est la présence, dans des assises indubitablement permiennes, de schistes extrêmement cristallins, n'ayant plus aucune apparence détritique. Des schistes analogues se rencontrent aussi dans le Houiller et dans le Trias. Sauf le glaucophane, ils renferment tous les minéraux des phyllades d'Entre-deux-Eaux : certains schistes triasiques contiennent même, en plus, du chloritoïde. Ces assises extra-cristallines sont, il est vrai, relativement rares dans le Permien indubitable, comme

(1) Dans le massif du Pelvoux, le Permien fait généralement défaut. Au Sud de

elles sont rares dans le Houiller et dans le Trias : elles deviennent, au contraire, la règle dans l'anticlinal de la Vanoise.

Mais il suffit évidemment, pour expliquer la différence, de supposer une intensité variable à la cause, quelle qu'elle soit, qui a produit le métamorphisme. Et si la région la plus cristalline est en même temps celle où les actions dynamiques résultant du plissement ont été les plus intenses (c'est précisément le cas pour la Vanoise), l'objection tombe complètement.

Je serais heureux si ces quelques lignes pouvaient décider l'éminent géologue, à qui j'ai l'honneur de répondre, à revenir visiter les confins de la Maurienne et de la Tarentaise, où semblent s'être accumulés tant de difficiles problèmes de stratigraphie. Je reconnais volontiers que la discussion reste ouverte sur les schistes de l'anticlinal de la Vanoise, mais elle pourrait s'ouvrir aussi sur bien d'autres questions ; et, si M. Zaccagna voulait bien y prendre part, ce serait assurément un grand profit pour la Science.

LE QUATERNAIRE DU MAZ D'AZIL,

par **M. TARDY** (1).

La montagne qui ferme l'horizon à l'ouest du Maz d'Azil (Ariège), projette au Sud un promontoire assez étroit qui ferme aussi la vue au Sud et au Sud-Est du Maz d'Azil. Au Nord et à l'Est, d'autres chaînes raccordées aux précédentes, ferment aussi l'horizon ; en sorte que la vallée du Maz d'Azil est fermée de toutes parts. La rivière qui s'en échappe en sort au Nord-Est par une cluse ou un défilé assez étroit, qui est la seule issue pour sortir de cet asile. Au Sud, tous les passages sont restés longtemps fermés, mais un col assez bas a permis d'abord le premier établissement d'une route bientôt transportée sous la Montagne, dans un souterrain naturel, déjà connu depuis très longtemps, puisque les gabelles y avaient établi deux postes de surveillance, l'un situé sur la route actuelle, l'autre en face dans les rochers.

Stations préhistoriques

La route utilise une caverne naturelle, occupée déjà auparavant par la rivière de l'Arize. La route suit le torrent en se tenant sur sa rive droite. Sur sa rive gauche opposée, le torrent baigne presque partout la paroi rocheuse, sauf sur un point, vers l'entrée Sud, où la rivière a formé des atterrissements au milieu desquels l'homme

ment placés sous la couche de la Pierre polie, mais en contact intime avec elle. Avec ces galets coloriés, on ne rencontre jamais de vestiges d'animaux quaternaires, on y trouve au contraire toute la faune moderne et des débris de poterie. Cette civilisation rappelle tout à fait celle qu'on trouve à la base de la Pierre polie sur la Saône, et maintenant dans un si grand nombre d'endroits, qu'on a cru devoir lui donner un nom spécial. M. Salmon l'a appelée le Campinien. Cette civilisation repose partout, aussi bien sur la Saône que dans la grotte de Brassempouye, près d'Orthez, sur le dépôt appelé par M. Hébert et par moi, Diluvium du Nord, qui clôt les temps géologiques quaternaires.

La présence, à trente centimètres au-dessous de la couche à galets coloriés, d'une station des habitants quaternaires magdaléniens, avait fait espérer au savant et habile explorateur de ce gisement exceptionnel, à M. Piette, de voir enfin l'homme quaternaire se souder sur notre sol à l'homme moderne néolithique des galets coloriés. Malheureusement cette soudure n'existe pas plus sur ce point qu'ailleurs. A Brassempouye, dans la grotte explorée par l'Association Française, en 1892, il y avait entre les deux civilisations, l'assise très homogène, formée d'un seul coup, du Diluvium du Nord, caractérisée par ses cailloux anguleux disséminés dans la terre, et néanmoins tous bien orientés par le courant Diluvien, se précipitant dans la caverne et la remplissant rapidement d'un dépôt limoneux rouge qui a environ trente centimètres à cette heure, en face de l'entrée principale, sur le point où j'ai pu le bien constater.

Au Maz d'Azil, le Diluvium du Nord manque au-dessous des galets coloriés que j'ai recueillis en place, à quelques mètres de distance de la station quaternaire la plus élevée de l'époque magdalénienne, ou du moins, si le Diluvium du Nord existe, il y manque la présence évidente de ses cailloux anguleux caractéristiques; ce qui empêche de reconnaître sa présence sur ce point.

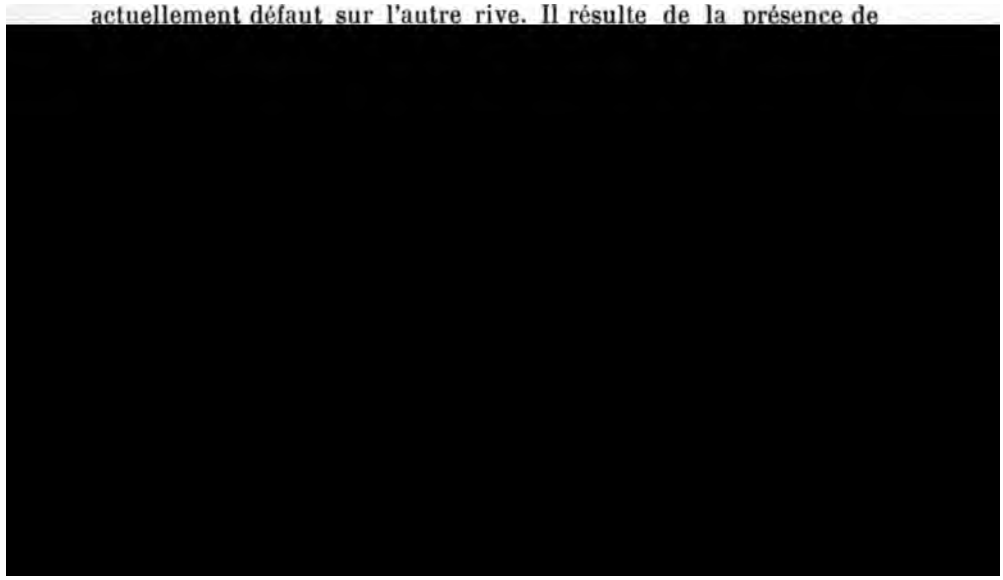
Néanmoins la continuité d'habitation de l'homme n'existe pas plus sur ce point que partout ailleurs en France. En effet, la couche contenant les galets coloriés repose sur des lits sableux finement stratifiés, composés de deux lits, l'un plus sableux, l'autre plus argileux. Ces lits sucessifs sont très minces et rappellent tout à fait tous les dépôts fluviatiles, tels que ceux des bassins de Saint-Nazaire, qui ont permis à M. Kerviller un essai de chronométrie, exactement concordant avec ce que je trouvais à la même époque sur la Saône, dates qui sont aujourd'hui confirmées par tous les

documents historiques, et surtout par le tableau d'histoire tel que je l'ai publié dans le nº 406 du *Cosmos* en coupant l'histoire par périodes égales de huit siècles. Or, sur toutes les rivières, les recherches auxquelles je me suis livré prouvent que deux lits, l'un argileux, l'autre sableux, constituent en général un dépôt d'une année.

En admettant la conclusion précédende, pour les lits alternants de sables maigres et d'argile sableuse, qui forment les lits intercalés, entre la dernière civilisation magdalénienne de la grotte du Maz d'Azil, et la couche des galets coloriés, on arrive à un minimum de soixante ans, séparant la dernière civilisation quaternaire, de la première civilisation moderne.

Mais ce minimum est certainement bien au-dessous de la vérité. En effet le sol de la couche à galets coloriés est formé du même sable que les alluvions quaternaires mentionnées ci-dessus, dont les lits minces alternatifs commencent à se montrer bien au-dessous de la dernière station de l'homme quaternaire magdalénien. La couche des galets coloriés est, en grande partie, formée à sa base par des couches quaternaires piétinées, qui ne sont pas comprises dans le calcul des soixante ans donné ci-dessus, puisqu'on ne peut apprécier l'épaisseur des couches qui ont été ainsi triturées, sous les pieds des hommes de l'époque des galets coloriés de l'Arize.

La durée de soixante ans indiquée ci-dessus est encore un minimum pour d'autres raisons qu'il importe d'énoncer. D'abord sur l'autre rive de l'Arize, le long de la route, les lits minces de l'alluvion sableuse quaternaire s'élèvent à une hauteur supérieure à celle de la couche à galets coloriés, et en outre, le long de la route, l'alluvion quaternaire est surmontée d'un lehm jaune qui fait actuellement défaut sur l'autre rive. Il résulte de la présence de



On l'a exhaussée, pour la soustraire aux inondations.

A l'occasion de ces travaux, on a déblayé plusieurs ramifications de la caverne suivie par la route. On a trouvé, dans la direction du Sud, un passage rempli de lehm qui aboutit sous un champ situé à l'est de l'entrée sud actuelle. Sur d'autres points on a déblayé des alluvions et des lehms à ossements, dont il reste par ci par là quelques témoins, suffisants encore pour se faire une idée des remplissages successifs de la grotte; nous allons les suivre dans leur ordre successif et chronologique, en partant de l'époque actuelle.

A l'époque actuelle, l'Arize est obstruée par des blocs de rochers tombés de la voûte, au milieu desquels il se dépose un peu de sable en temps de crue. Sur la rive gauche, un suintement d'eau qui tombe goutte à goutte forme une stalactite spongieuse et en dessous une stalagmite A, qui est aussi spongieuse en partie. Tandis qu'en général les stalactites sont composées de couches parallèles facilement distinguables, qui dénotent la présence de périodes sèches et de périodes pluvieuses, il est ici bien souvent difficile de saisir une différence annuelle dans cette stalactite; on y arrive cependant. La stalagmite correspondante repose sur un sol qu'elle recouvre en partie et qui semble appartenir à l'époque du Fer qui surmonte en quelques points les lits noirâtres de l'âge du Bronze et de la Pierre polie. La partie isolée supérieure de la stalagmite représenterait donc les dépôts formés pendant les époques romaine, franque et actuelle, soit un mètre et demi de hauteur formé en deux mille ans.

Au-dessous, les lits noirâtres, si habilement fouillés sous la direction de notre savant confrère, M. Piette, et avec ses fonds, représentent l'époque des diverses civilisations modernes, depuis celle des Galets coloriés jusqu'à l'apparition de l'époque du Fer. Ces couches sont entremêlées de gros cailloux tombés de la voute, qui en laisse choir encore de temps à autres. Mais il est remarquable que dans la partie où il se forme des stalactites, la chute des blocs est presque nulle depuis fort longtemps. Au contraire c'est autour de la stalactite, mais à plusieurs mètres de distance de celle-ci, que sont tombés presque tous les gros blocs de plus d'un mètre cube.

Au-dessous des lits contenant les civilisations du Bronze, de la Pierre polie, des Galets coloriés, on trouve les lits minces déjà mentionnés, qui appartiennent au Quaternaire et renferment à différents niveaux des nids de débris de la civilisation magdalénienne. On peut, dans les belles coupes de M. Piette, décrites aux

sections de géologie et d'anthropologie du Congrès de l'Association française en 1892, à Pau, observer que les éclats de rochers tombés de la voûte appartiennent surtout aux époques où l'homme, soit quaternaire, soit moderne, a abandonné des objets de son industrie sur le sol. Il est donc probable que ces chutes sont plus fréquentes aux époques sèches qu'aux époques humides, où la rivière formait pendant la fin du quaternaire, les lits minces dont j'ai déjà parlé.

Les lits minces de la dernière alluvion quaternaire sont, au dire de M. Piette, d'après une évaluation très sérieuse, au nombre de 800. Ils représenteraient donc une durée de quatre cents ans; c'est à dire exactement la même durée que chacune des alluvions modernes de nos rivières, attéries sur leurs rives d'une façon continue, et séparées entre elles par des lacunes sédimentaires très nettes.

A Bourg-en-Bresse, mes recherches archéologiques m'ont montré que les lacunes sédimentaires de ces dépôts correspondent de même, à quatre cents ans, et cadrent exactement avec la partie supérieure de mon tableau d'histoire déjà cité, où celle-ci est coupée par périodes de 800 ans.

Le régime des temps quaternaires était ainsi tout à fait identique au régime moderne, quant à la durée de ses phases. Au point de vue des dépôts, il y a une différence, tenant à ce qu'à l'époque quaternaire, on était dans une période de creusement des vallées, tandis qu'aujourd'hui nous sommes dans une période moderne de comblement des vallées, quaternaires. Ce dernier fait, démontré sur un grand nombre de rivières, est aussi sensible sur l'Arize souterraine dont le lit se comble de débris de toute nature, malgré sa pente rapide. Les dépôts abandonnés aujourd'hui sont boueux, tandis

ancien, qui forme le fond, stérile en débris archéologiques, de l'une des fouilles transversales de M. Piette, que j'ai vue ouverte.

La disposition de ce lehm inférieur montre bien que les loess et les lehms ne sont pas des dépôts d'un seul âge, formés en une seule fois, mais des dépôts qui alternent avec des alluvions quaternaires successives.

Si les lits sableux minces de la terrasse de dix mètres représentent la période humide, les blocs sur lesquels repose cette alluvion représentent la période sèche, conformément à la remarque que j'ai déjà signalée ci-dessus. La période magdalénienne serait donc une période humide. Ce fait concorde avec ceux qu'on peut déduire de mes études comparatives de géologie, d'archéologie des temps modernes et d'histoire, que j'ai résumées dans le tableau ci-joint déjà cité du N° 406 du *Cosmos*.

La civilisation magdalénienne est bien certainement une civilisation très artistique et ne peut se placer que dans la partie inférieure du tableau déjà cité, où se trouvent toutes les époques brillantes des civilisations modernes. Et, comme ces dernières, elle correspond à une époque de dépôts fluviatiles, et à une époque très probablement humide.

Il y a donc identité complète entre les deux périodes géologiques, quaternaire et moderne, au point de vue des lois qui les régissent. L'intensité des phénomènes diffère seule.

La présence d'un lehm argileux à la base des alluvions en lits minces de la terrasse de dix mètres prouve que la rivière avait, à cette époque, atteint un bien faible débit et une bien minime puissance de transport ; c'était donc une période de faibles eaux. Au contraire, sous ces lehms, dans un emprunt fait à l'est de la route, on voyait autrefois, me disait M. Piette, des alluvions dans lesquelles on a trouvé un rhinocéros. Ces alluvions bien stratifiées sont cachées aujourd'hui par toutes sortes de remblais étrangers et sont recouvertes par un lehm très épais, raviné plus tard, pour préparer le lit magdalénien de la terrasse de dix mètres dont je viens de parler.

A la cote de vingt mètres au-dessus de l'Arize, sur le lehm très épais, on a trouvé des stations de l'homme quaternaire.

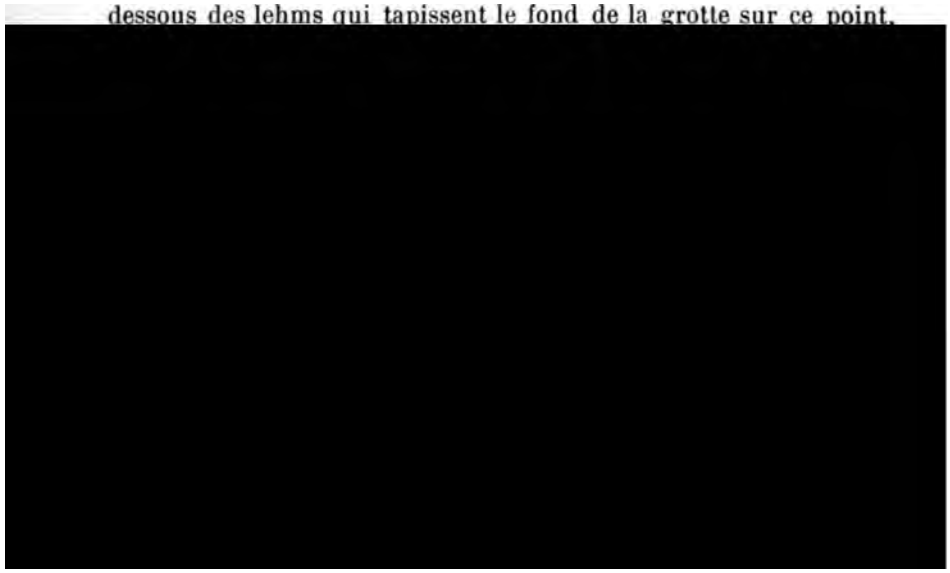
Ces stations, par la faune qui les entoure et par les formes de leurs instruments, remontent à un âge plus ancien que l'époque magdalénienne. Ce niveau est celui de la terrasse de vingt mètres. A cette époque la grotte, ouverte aux eaux dans toute sa longueur, était fermée à la circulation des êtres humains, dans sa partie d'aval, succédant au premier coude de la route. En effet la cote de

vingt mètres au-dessus de la rivière touche, vers ce point, le plafond de la voûte de la grotte, et les eaux devaient, à chaque crue apportant un dépôt limoneux, remplir la grotte.

A l'époque où l'homme habitait sur la terrasse de vingt mètres, il tombait encore assez souvent des blocs sur le point qu'il habitait, ainsi qu'en témoignent les débris de roche qui accompagnent les épaves de sa civilisation. On pourrait croire ces débris de roche apportés de main d'homme, mais la plupart déforment les lits du sous sol, sur lequel ils reposent, et prouvent ainsi qu'ils sont tombés de la voûte.

La station occupée par l'homme sur la terrasse de vingt mètres, dans la grotte, est la plus haute station humaine qui soit connue dans la grotte; au-dessus, il n'y a plus de stations humaines, quoique la grotte ait un plafond encore plus élevé et des dépôts quaternaires situés vers le haut de ce plafond, dans une partie de la grotte qui s'ouvre vers la métairie du col située sur la plus ancienne route, presqu'au-dessus de la grotte traversée par la nouvelle route de Saint-Girons.

Dans cette ramification de la grotte, on a trouvé, à environ quarante mètres au-dessus de l'Arize, des ossements d'ours et une alluvion qui ne contient pas de gros cailloux. Celle-ci est disposée en lits très réguliers, mais ses cailloux indiquent que la rivière traversait sur ce point la grotte, en venant de la grotte de la route actuelle, pour sortir sous la montagne, du côté de la métairie qui est au-dessus de la grotte. C'était évidemment là l'issue des eaux, à l'époque de la terrasse de quarante mètres, époque à laquelle les eaux ne pouvaient déjà plus passer par-dessus la montagne, par le col de la vieille route. Au-dessous de l'alluvion, comme au-dessous des lehms qui tapissent le fond de la grotte sur ce point,



terrasse de quarante mètres vers le réservoir des eaux de cette ville.

Stalagmites de la Grotte.

On voit auprès des stations préhistoriques de M. Piette un filet d'eau tomber goutte à goutte et former une stalactite et une stalagmite. Dans le trou à l'Ours, qui a donné des ossements d'ours trouvés dans le lehm de la terrasse de quarante mètres, on voit à la surface et au milieu du lehm des stalagmites qui sont ainsi très bien datées. Il m'a semblé que, prises aux mêmes lieux, ces stalagmites fournissaient un excellent pluviomètre, permettant de comparer leurs âges respectifs au point de vue de la pluie et de ses conséquences climatériques.

Dans une stalactite, les périodes sèches sont, ainsi que je l'ai observé dans les stalactites des tunnels de chemins de fer, représentées par une couche mince noircie par la fumée ; tandis que la période humide, donnant une stalactite épaisse, cette stalactite est presque blanche, quoiqu'en moyenne le passage des trains soit le même.

Dans les grottes où il ne passe pas de chemin de fer, on distingue de même les zones formées dans les périodes sèches et celles des périodes humides, par leurs teintes. Celles des périodes humides sont blanches, tandis que celles des périodes sèches sont plus minces et généralement jaunies par la poussière. En outre, on voit que les eaux évaporées lentement donnent des stalactites à cassure mate et compacte, tandis que lorsque les eaux sont évaporées rapidement, la stalactite est cristalline. Cette constatation faite dans d'excellentes conditions permet de conclure qu'à l'époque quaternaire, la ventilation était beaucoup plus énergique qu'à l'heure présente. Ce fait, que j'ai déjà constaté dans le Jura, existe aussi au Maz-d'Azil, où l'on trouve une série très complète de couches de stalagmites cristallines fort bien datées.

D'abord on a la stalagmite A_4 moderne dont j'ai déjà parlé, elle donne en moyenne un accroissement de sept centimètres par siècle, en admettant une humidité égale pour toute la période, ce qui est faux si on examine la nature des sédiments des rivières et la disposition des objets archéologiques qu'ils renferment, il est vrai dans une autre région, celle de Bourg (Ain).

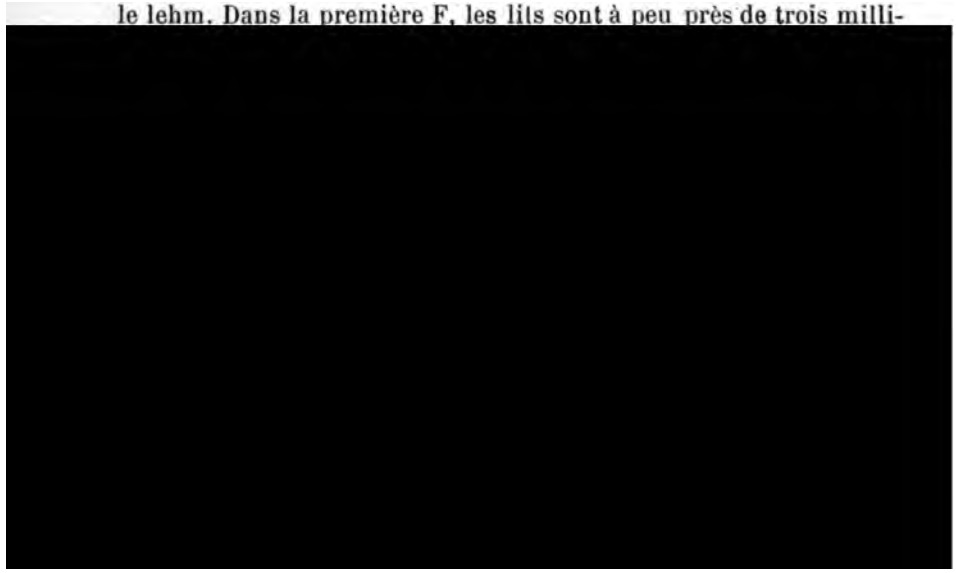
La stalagmite précédente existe dans la grotte de la route, sur la rive droite de l'Arize, à l'aval de la station préhistorique, et repose sur la couche du fer, ainsi que je l'ai dit ci-dessus.

Je n'ai pas trouvé de stalagmite magdalénienne ni de stalagmite du niveau des terrasses de vingt mètres.

A la surface des lehms de quarante mètres, sous le plafond de la grotte, on voit encore le reste d'une stalagmite, formée par des eaux qui pénétraient vers ce point dans la grotte. Cette stalagmite était beaucoup plus étendue autrefois, mais les recherches des collectionneurs d'ossements l'ont beaucoup réduite. Cette couche comprend plusieurs lits très cristallins vers le milieu de son épaisseur. A sa base, sur le lehm, on trouve une première couche cristalline de deux à quatre millimètres d'épaisseur, tandis que les lits supérieurs de la stalagmite moderne A indiquée ci-dessus, ont un quart de millimètre environ, et sont spongieux. Au-dessus de ce premier lit, viennent des lits de deux millimètres, séparés par des lignes jaunes épaisses qui se réduisent de plus en plus d'épaisseur et finissent par ne devenir que des lignes, au milieu d'une couche composée de stalagmite cristalline dont les lits ont toujours deux millimètres d'épaisseur. Cette zone à lits serrés présente vingt lits distincts. Enfin la stalagmite se termine par une couche cristalline de plus d'un centimètre, dans laquelle on ne peut que deviner çà et là des lits successifs. Nommons la stalagmite que je viens de décrire D, afin de pouvoir la comparer.

Au-dessous, dans le trou d'où on a extrait les ossements d'ours, on trouve quatre stalagmites. La supérieure E est spongieuse, blanche, et ressemble beaucoup à la stalagmite moderne A. On n'y distingue aucun lit et dans le gisement, à la lumière d'une lanterne, elle semblait séparer deux lehms différents, celui de quarante mètres à ours, de ceux descendus depuis par les fentes.

Au-dessous on trouve trois couches de stalagmites engagées dans le lehm. Dans la première F, les lits sont à peu près de trois milli-



un aspect différent des autres. Les deux autres F et G étaient cristallines et jaunes, tandis que H est blanchâtre et sans cristaux, d'un calcaire blanc mat. La couche a environ quatre-vingts millimètres, sur le point où j'ai pris mon échantillon. Les lits inférieurs blancs grenus sont à peine discernables ; ils ressemblent beaucoup à la stalagmite moderne A et à E. Néanmoins, à sa base, on devine un lit de quatre millimètres. Enfin, en haut, vers le lehm, les couches de calcaire dur et mat ont, au minimum, cinq millimètres d'épaisseur.

De cet ensemble d'observations, il me semble qu'on peut déjà tirer quelques conclusions. D'abord, à l'époque des lehms, les stalagmites sont cristallines, tandis qu'aux époques intermédiaires, elles sont en calcaire blanc, mat ou spongieux. D'autre part, au voisinage d'une couche de lehm, les stalagmites offrent des lits plus épais, ce qui indique une plus grande puissance de dissolution des roches par l'eau ; le lehm représenterait le maximum de cette action dissolvante. La dissolution du calcaire est due à la présence dans l'eau de l'acide carbonique ou d'un autre acide, la cristallisation est le fait d'une évaporation rapide due sans doute à une ventilation puissante : cette dernière condition surtout indique assez un climat rude et l'on ne doit plus s'étonner que les civilisations artistiques, comme celles de la Magdeleine, n'appartiennent pas à un âge de lehms (1).

D'autres stalagmites se rencontrent un peu partout dans la région. Examinons d'abord celles d'une grotte de la montagne, s'ouvrant en haut et n'ayant pu servir que de repaire de fauves. Elle s'ouvre au sud du dolmen du Cap-del-Pouech, dans les bois. Dans cette grotte, il y a à la surface d'un lehm assez épais, des stalagmites blanches non cristallisées; ce que j'ai signalé déjà pour les stalagmites A, E, H. Or, cette nouvelle stalagmite se placerait de même à un âge où il n'y a pas formation de lehm. Les lits de cette stalagmite qui forme la surface du sol, ont deux millimètres d'épaisseur en moyenne, mais on ne peut en fixer l'âge exactement. Les épaisseurs des couches de la stalagmite A étant prises pour unité, celles de la stalagmite du Cap-del-Pouech auront 8, et celles de la stalagmite H auront 20. Il

(1) Un fait qui prouve encore la rigueur du climat quaternaire, c'est la présence sur le littoral breton, à dix mètres au-dessus du niveau de la mer, d'un cordon de cailloux et de blocs erratiques, qui ne peuvent avoir été déposés aussi régulièrement que par les glaces flottantes de l'Océan, échouées de Brest jusqu'au Sud de la Loire, ainsi que je l'ai constaté en 1893, sur plusieurs points.

(Note ajoutée pendant l'impression).

pleuvait donc au début de la terrasse de quarante mètres, vingt fois plus qu'à l'époque actuelle ; c'est ce qu'on doit déduire de cette étude comparative des stalagmites.

D'autres stalagmites se trouvent encore dans cette région, mais aucune ne présente la certitude d'âge que nous avons pour celles du trou à l'ours de la grotte du Maz-d'Azil. Je les cite néanmoins pour montrer combien le régime des eaux atmosphériques a dû varier. L'une d'elles du groupe de A, offre des lits de deux millimètres, entre des lits cristallins de cinq millimètres. Une autre offre des lits cristallins jaunâtres, très analogues à ceux des stalagmites F, G des lehms ; ces lits ont quinze millimètres, il pleuvait alors soixante fois plus qu'aujourd'hui. Enfin un autre échantillon, d'un autre âge, présente des lits de dix-sept millimètres indiquant soixante-huit fois plus de pluie qu'aujourd'hui.

Terrasses au dehors de la grotte

Au dehors de la grotte on peut voir, soit en aval, soit surtout en amont, les divers niveaux des terrains du quaternaire, indiqués par des zones horizontales de cailloux roulés, qui se poursuivent sur de vastes étendues sur les flancs des montagnes de la région. Quelques-uns de ces niveaux sont curieux par les traces que les eaux y ont laissées. Ainsi, par exemple, au Sud-Est, il y a une vallée qui aujourd'hui verse ses eaux dans l'Arize en amont de la grotte, tandis qu'autrefois elle servait de lit à l'Arize qui contournait la montagne de la grotte.

Dans la grotte, je suis parti des terrasses inférieures. Quoique cette marche me paraisse souvent meilleure, au dehors de la grotte, je partirai des hautes terrasses.

Les cailloux du sommet appartiennent à une station des eaux comprise entre la terrasse de 320m et celle de 160m. La première, de 320m, manque parce que les montagnes ne sont pas assez hautes pour nous en conserver les traces. Quant à celle de 160m, elle est très nettement représentée par des alluvions qui tracent une courbe horizontale tout autour de la montagne à cette hauteur au-dessus de la rivière. On trouve toujours à la base le lehm primitif et au-dessus la trace du Diluvium du Nord, lorsque la coupe se prête, par son épaisseur, à une observation aussi complète.

La terrasse de 80m, observable de la même façon sur les flancs de toute la montagne, offre un intérêt tout particulier ; son niveau est très près de celui des cols qui séparent le haut Arize de la vallée de cette rivière en aval de la grotte. Parmi ces cols, l'un est situé presque au-dessus de la grotte et montre par les alluvions qu'on trouve à ce niveau, en aval, qu'il a servi de passage à la rivière. L'autre col est situé à l'Est, il a la forme d'un vaste déversoir et présente en travers du col, une crête horizontale ; en amont, on trouve un dépôt de lehm très épais, en aval des pentes rapides.

La terrasse de 40m offre, en aval du Maz-d'Azil, des cailloux remaniés qui ressemblent beaucoup à des blocs erratiques glaciaires, mais je n'ai pu y trouver aucune strie.

La terrasse de 20m et celle de 10m sont très nettement indiquées, en amont de la grotte, par des alluvions. On en voit aussi les traces en aval. Au-dessous d'elles, un niveau de galets à coloris, qui ont perdu leurs couleurs, montre que la rivière est stable depuis le début de l'époque géologique moderne. Cette régularité de la rivière confirme ce que j'ai déjà dit à plusieurs reprises de l'exactitude du chronomètre de la Saône, qui se trouve du reste largement confirmée par la régularité des faits de l'histoire.

RÉSUMÉ

Après avoir décrit la grotte du Maz-d'Azil, je montre que si, par le fait des circonstances dérivant de la situation de la grotte et des conditions d'habitation, la trace du *Diluvium final du nord* nous échappe entre les dernières stations quaternaires magdaléniennes et la première civilisation moderne à cailloux coloriés, découverte, collectionnée et publiée par M. Piette, une lacune néanmoins considérable existe entre ces deux civilisations, dont les habitudes restent malgré cela les mêmes, sans doute à cause d'une communauté d'origine de ces divers peuples.

Ensuite j'ai montré que le Quaternaire de la grotte du Maz-d'Azil offrait deux civilisations, placées à des hauteurs différentes au-dessus de la rivière. La plus récente, qui est la plus inférieure, offre plusieurs stations magdaléniennes superposées, renfermées dans une alluvion sableuse recouverte par le lehm de la terrasse de dix mètres La plus ancienne repose sur les lehms de la terrasse de vingt mètres. On ne trouve plus, au-dessus, aucune trace de l'existence de l'homme.

A l'époque de l'homme, la grotte actuelle est ouverte à la rivière; mais auparavant elle était déjà ouverte dans une autre direction, ainsi que le prouvent des alluvions et un lehm à ossements d'ours, situés à environ quarante mètres au-dessus de l'Arize, dans une ramification supérieure de la grotte. Ensuite j'ai indiqué qu'en dehors de la grotte, on pouvait suivre partout la preuve de l'existence des hautes terrasses de quatre-vingts mètres et de cent soixante mètres, indiquées par des replats de la montagne, des dépôts abondants de lehm et des traînées horizontales de cailloux.

Les trois terrasses inférieures sont indiquées de même en amont et en aval de la grotte. Quant aux terrasses de trois cents et de six cents mètres, la hauteur des montagnes est insuffisante pour nous les indiquer.

Vallées du Jura.

Depuis qu'en septembre 1892, j'ai fait, avec le très gracieux concours de notre savant confrère M. Piette, l'étude détaillée du Quaternaire des environs du Maz-d'Azil et de sa grotte, déjà explorée par plusieurs de nos confrères, MM. Garrigou, Filhol, etc., j'ai parcouru diverses vallées du Jura. Dans toutes ces vallées, j'ai constaté les mêmes faits qu'auprès du Maz-d'Azil; dans toutes, on trouve, aussi

La terrasse de quarante mètres est aussi très nette au début de la boucle de l'Ain. Enfin, la terrasse de quatre-vingts mètres est assez facile à trouver, car le viaduc a cinquante-deux mètres au-dessus de la rivière et peut ainsi servir de jalon pour mesurer les hauteurs. Quant aux terrasses plus élevées, elles sont données par les cotes d'altitude de la carte. A tous ces niveaux, on trouve des alluvions qui renferment quelques cailloux alpins, ce qui prouve que ces alluvions sont postérieures aux grandes extensions des glaciers des Alpes. Parmi ces alluvions, on trouve à tous les niveaux des dépôts de cailloux, de plusieurs mètres d'épaisseur, qui sont une preuve évidente d'un stationnement des eaux.

Parmi ces terrasses, la plus intéressante et la plus controversée est celle de six cents mètres. On en trouve l'alluvion auprès de Napt, au-dessus de la gare de Cize. Cette alluvion est, sur ce point, formée aux dépens d'une moraine encore intacte à la base de l'alluvion. En outre, cette alluvion n'est recouverte par rien, elle est simplement remaniée à la surface par le Diluvium final du Nord, ce qui prouve qu'elle est quaternaire. Elle est ainsi quaternaire et postérieure à la dernière grande extension des glaciers jusqu'aux portes de Lyon et de Bourg. En face du rivage sur lequel repose cette alluvion, il n'y a que la chaîne du Mâconnais, située à cinquante kilomètres à l'Ouest, qui puisse servir de rivage opposé à cette nappe d'eau.

Cette situation prouve que les alluvions de six cents mètres ne sont pas interglaciaires, ainsi qu'on le prétend souvent, mais au contraire postérieures aux derniers glaciers quaternaires qui précèdent l'homme. Entre l'homme et les glaciers, on trouve les terrasses de quarante, de quatre-vingts, de cent soixante, de trois cents et de six cents mètres.

Ces divers faits se retrouvent dans les diverses autres vallées que j'ai visitées, mais moins rassemblés.

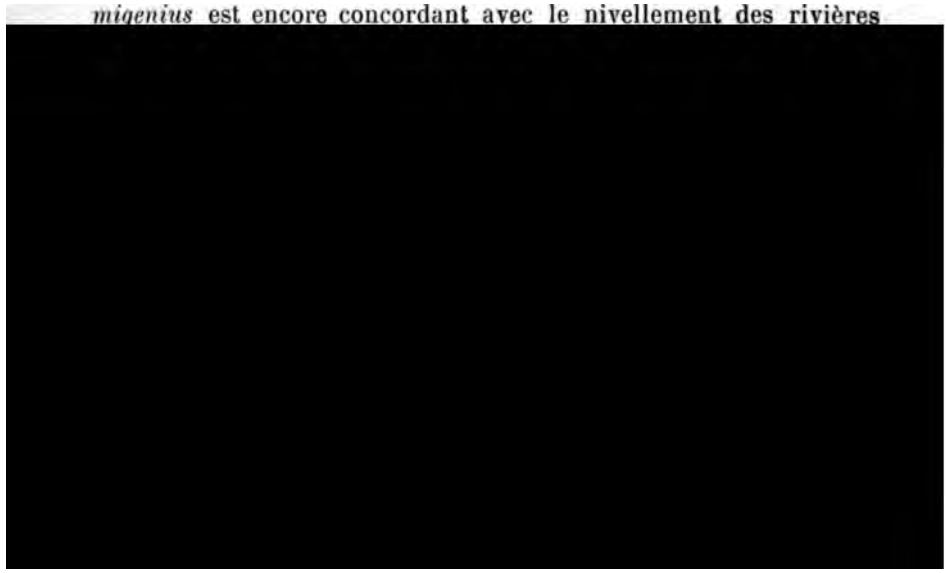
Parmi ces vallées, il y en a une qui est particulièrement intéressante, c'est la gorge qui livre passage au chemin de fer, entre Ambérieux et Culoz. E. Benoit y a signalé, d'une façon précise, l'existence de l'*Elephas primigenius*, au pied de l'une des falaises de rocher de cette gorge, entre Thenay et l'Hôpital, sous les éboulis enlevés par le chemin de fer. Or, la gorge de Thenay n'offre jusqu'ici aucune trace certaine de son occupation par les grands glaciers alpins, et le même fait existe pour la cluse du lac de Nantua. Ces cluses, dont les sommets environnants sont couverts de terrain glaciaire, peuvent donc être admises, comme n'ayant été ouvertes qu'après la ve-

nue et le retrait des glaciers de Lyon; mais la présence de l'*Elephas primigenius* les place néanmoins assez loin dans le Quaternaire (1). L'étude des terrasses fixe l'âge de l'ouverture de la cluse de Thenay, vers l'âge qui sépare les terrasses de trois cents mètres de celles de cent soixante mètres ; il en est de même de plusieurs autres cluses.

A cette époque, l'Ain abandonne le lit de la vallée de la Reyssouse, qui passe à Bourg, pour suivre celui qu'il suit aujourd'hui, du Pont-d'Ain à Château-Gaillard.

C'est à une date très voisine que le Tanaro cesse d'être un affluent du Pô, en amont de la colline de la Superga, pour passer par l'Astesan. On voit ainsi que la configuration du sol s'est modifiée dans ses détails à l'époque des grandes terrasses quaternaires, aussi bien sur l'Ain et la Reyssouze, que dans les environs de Turin, ou dans la région des Pyrénées, au Maz-d'Azil et au cirque de Gavarnie. L'étude des terrasses vient ainsi élucider quelques problèmes restés jusqu'ici obscurs dans la succession quaternaire.

Mais il reste un fait bien surprenant, déjà signalé, et que des fouilles récentes faites à Bourg viennent confirmer de nouveau ; c'est que le lit d'étiage quaternaire, le fond du lit des rivières quaternaires, est dès le début, après le retrait des glaciers de Lyon, de Bourg, etc., plutôt un peu au-dessous du lit actuel des rivières qu'au-dessus de ce lit, ce qui démontre la fixité du niveau d'étiage de l'Océan et prouve que les oscillations de sa surface ne sont pas dues à des mouvements du sol de nos continents. Tous les mouvements du sol ont produit des failles, des plis et des froissements de couches, qui ont détruit le nivellement ancien de ces assises; tandis que le nivellement général du début du Quaternaire à *Elephas primigenius* est encore concordant avec le nivellement des rivières



ÉTUDE SUR LES *OPPELIA* DU GROUPE DU *NISUS* ET LES *SONNERATIA* DU GROUPE DU *BICURVATUS* ET DU *RARESULCATUS*,

par M. Charles SARASIN (1)

(Pl. IV-VI).

D'Orbigny avait figuré dans sa Paléontologie française, sous le nom d'*Ammonites Nisus*, une espèce plate, à ombilic très étroit et ne présentant pas d'ornementation. Le dessin des cloisons qu'il en donne est très inexact, vu la complication extrême de celles-ci. C'est par suite de l'insuffisance de ces données que l'on a constamment confondu, et d'Orbigny semble l'avoir fait lui-même, le *Nisus* avec une série de formes du groupe du *bicurvatus* qui en sont bien différentes. Le premier but à atteindre dans ce travail sera donc de distinguer sûrement ces deux groupes et de les caractériser exactement, soit par leurs cloisons, qui ne se ressemblent nullement, soit par leur forme générale. Nous remarquerons ensuite que dans le groupe du *Nisus* il y a, outre la forme type, plusieurs espèces moins évoluées et s'en distinguant nettement. De même, dans le groupe du *bicurvatus*, on a jusqu'ici constamment confondu plusieurs espèces différentes.

Quant à la position à donner au *Nisus* et au *bicurvatus* dans la classification des ammonites, les avis les plus divers ont été émis ; on rapproche en général ces deux formes, tandis qu'elles appartiennent évidemment à deux groupes différents, et on les met tantôt dans les *Amaltheus*, tantôt dans les *Oxynoticeras*, tantôt dans les *Phylloceras*, tantôt dans les *Desmoceras*, en se basant uniquement sur une vague analogie extérieure et sans tenir compte des cloisons, qui sont pourtant très caractéristiques. Après une étude approfondie, je me vois obligé de séparer les deux groupes et de faire rentrer le *Nisus* avec les formes voisines dans les *Oppelia*, tandis que les espèces du groupe du *bicurvatus* doivent être rapprochées des *Sonneratia* du Gault.

(1) Communication faite dans la séance du 15 Mai ; manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 27 octobre.

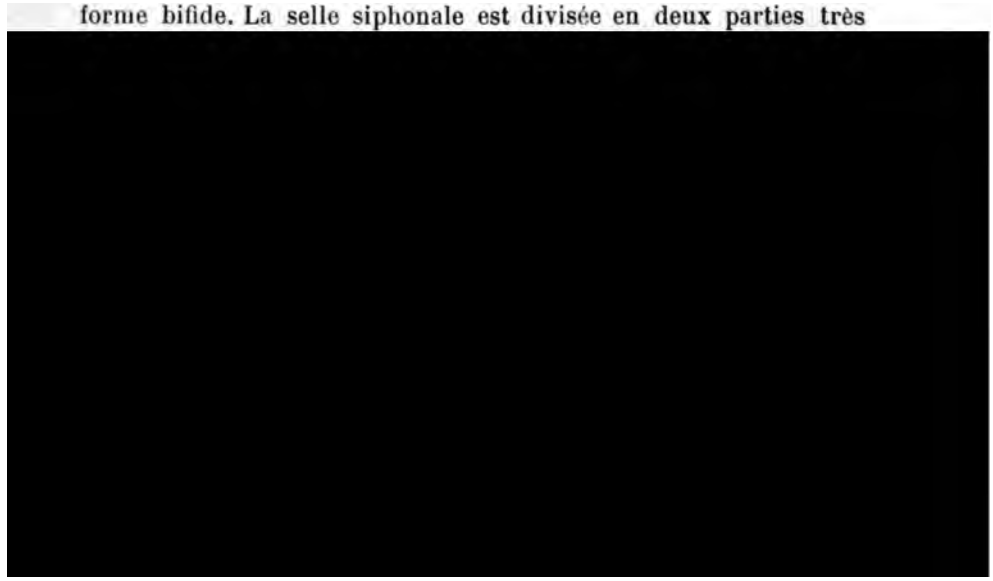
I

Comparaison des *Oppelia* jurassiques et crétacées

Les formes du groupe du *Nisus* représentent différents stades d'évolution d'un même type, avec toujours la même forme générale et le même plan de cloisons. Pourtant les différences qui les séparent sont trop grandes pour qu'on puisse les laisser réunies sous un même nom spécifique, comme elles l'ont été jusqu'ici. Je suis ainsi arrivé à établir, à côté de l'espèce typique, trois autres espèces moins évoluées et présentant des caractères bien nets dans l'ornementation. Les différenciations consistent dans le nombre, la forme et le développement des côtes. Mais entre ces quatre nouveaux types, j'ai retrouvé une infinité de variétés et en particulier les cloisons diffèrent dans chaque échantillon.

C'est cette variabilité qui fait qu'au premier abord on a quelque peine à distinguer des espèces dans ce groupe, mais au bout de quelque temps d'étude on arrive à retrouver très clairement des caractères communs aux différentes variétés et inhérents à l'espèce.

Toutes les variétés appartenant au groupe du *Nisus* sont des formes plates carénées sans ornementation ou avec des côtes falciformes plus ou moins marquées. Quant aux cloisons, elles sont formées d'un lobe siphonal large et un peu moins profond que le 1er lobe latéral, d'un 1er lobe latéral, en général étroit et se terminant en 3 parties, d'un 2e lobe latéral, le plus souvent fortement dissymétrique, et de 4 ou 5 autres lobes reproduisant la forme du 2e lobe latéral et dont les 2 ou 3 derniers prennent parfois une forme bifide. La selle siphonale est divisée en deux parties très



de formes variant seulement quant au degré de leur évolution. Ceci dit, j'indiquerai en quelques mots pourquoi j'ai rapproché ces espèces des *Oppelia* du Bajocien.

MM. Zittel et Steinmann placent l'*Am. Nisus*, ainsi que l'*Am. bicurvatus*, dans les *Placenticeras*, mais il est difficile de trouver les raisons qui ont pu pousser à ce rapprochement, car il n'y a entre ces formes et l'*Am. placenta* qu'une vague analogie extérieure, et la forme caractéristique des cloisons de *Placenticeras*, avec leurs lobes adventifs et leurs nombreux lobes auxiliaires, n'a aucun rapport avec celle des cloisons des *Nisus*. Il me paraît de même impossible de rapprocher ces formes aptiennes des *Amaltheus*, des *Phylloceras* ou des *Desmoceras* comme cela a été fait dans différentes collections.

Les *Oppelia*, au contraire, présentent avec les espèces décrites une série de caractères communs, soit dans le caractère général de l'ornementation, soit dans le plan et la forme des cloisons. C'est sur ce dernier caractère que je m'étendrai spécialement ici, étant donné que c'est par lui qu'on peut le mieux suivre l'évolution dans un groupe. Dans l'*Oppelia subradiata*, dont je donne un dessin de cloisons plus bas (Fig. 6), nous trouvons déjà les principaux caractères des cloisons de l'*Am. Nisus;* la selle siphonale est nettement dissymétrique, la 1re selle latérale présente également cette dissymétrie caractéristique et dépasse toutes les autres selles en hauteur; les selles suivantes présentent exactement le même plan dans les *Am. subradiatus* et les *Am. Nisus*. De même les lobes offrent une grande analogie dans les deux formes. Il y a pourtant des différences importantes à noter; ainsi la selle siphonale se relève beaucoup à sa partie interne dans le *subradiatus*, tandis que dans le *Nisus* ses deux parties sont presque à la même hauteur. La 1re selle latérale est beaucoup moins large dans l'espèce bajocienne que dans celle de l'Aptien.

Le lobe siphonal est également différent dans les deux formes. Mais, malgré ces différences, il est indéniable que les deux espèces sont très voisines, d'autant plus que les différences diminuent si l'on compare des formes jeunes. En outre l'on voit déjà, dans les *Oppelia* de l'Oxfordien et du Tithonique, les caractères des *Am. Nisus* se manifester. Enfin, un caractère auquel j'attache une grande importance et qu'on retrouve déjà chez les *Oppelia subradiata*, c'est la forme de la tangente aux selles reproduisant celle des côtes. L'ornementation générale des *Am. Nisus* reproduit en outre absolument celle des *Oppelia* typiques.

Il me semble donc rationnel de faire rentrer les *Am. Nisus* dans

les *Oppelia*, avec lesquelles elles ont en tout cas une grande analogie. Les *Oppelia* se continueraient donc dans le Crétacé, jusque dans l'Aptien, par quelques formes de petites dimensions et à ornementation peu marquée. Je n'ai point trouvé de formes analogues ni dans le Barrémien ni dans le Crétacé supérieur.

II

Description des Oppelia de l'Aptien

Oppelia Nisus d'Orb.

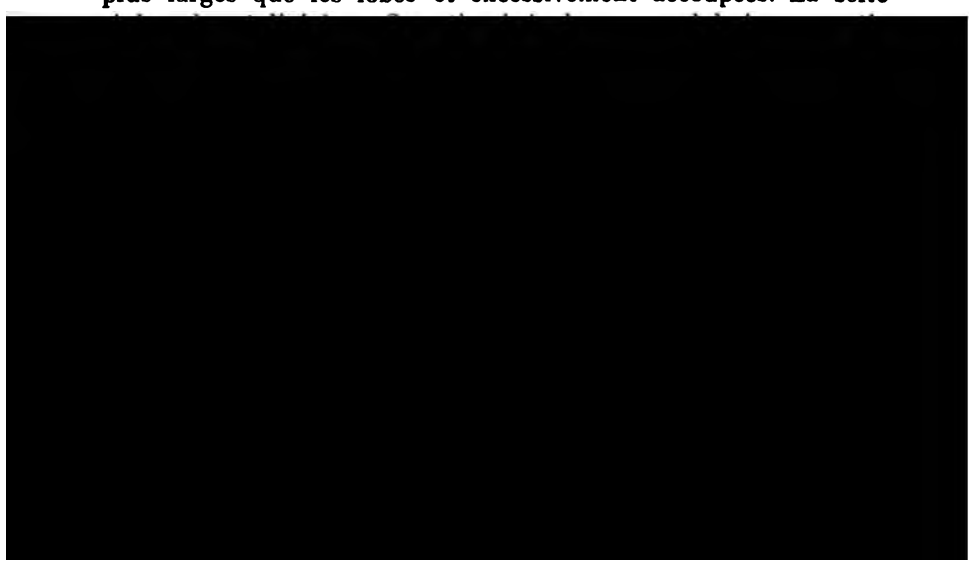
(Fig. 1 et 2 Pl. IV-VI, fig. 9 a. b. c.)

1840. *Ammonites Nisus* d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. Céph., p. 184; Pl. 55, fig. 7-9.

Coquille ovale très comprimée, à pourtour caréné sans ornementation ou avec de fines stries marquées surtout autour de l'ombilic.

Espèce presque embrassante, dont les tours sont très aplatis; ombilic tombant à angle droit.

Cloisons. — Les cloisons sont excessivement découpées; le lobe ventral, large et un peu plus court que le premier lobe latéral, présente de chaque côté 4 ramifications; le 1er lobe latéral, symétrique, se subdivise en 3 parties, 2 latérales présentant chacune 2 ramifications et 1 médiane se terminant tantôt par 3, tantôt par 4 pointes. Le 2e lobe latéral, beaucoup plus court que le premier, est fortement dissymétrique. Les 4 et 5 lobes suivants reproduisent la forme de ce dernier en la simplifiant; dans certains échantillons, le troisième, cinquième et sixième lobes prennent par exagération de la dissymétrie une forme bifide. Les selles sont plus larges que les lobes et excessivement découpées. La selle



sons, le *Nisus polyphylla* à cloisons excessivement découpées et le *Nisus oligophylla* à cloisons plus simples.

Les jeunes de l'*Oppelia Nisus* ont des tours moins aplatis et beau-

Fig. 1. — *Oppelia Nisus*, var. *polyphylla*, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.8 cent. Aptien de la Montagne de Lure. Sorbonne.

Fig. 2. — *Oppelia Nisus*, var. *oligophylla*, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon, 2.6 cent. Aptien de Castellane. Sorbonne.

coup moins embrassants avec de fines stries rayonnantes. Les cloisons deviennent très simples, la 1re selle latérale devient de plus en

plus dissymétrique et perd de sa largeur tout en conservant son développement en hauteur ; de même la partie externe de la selle

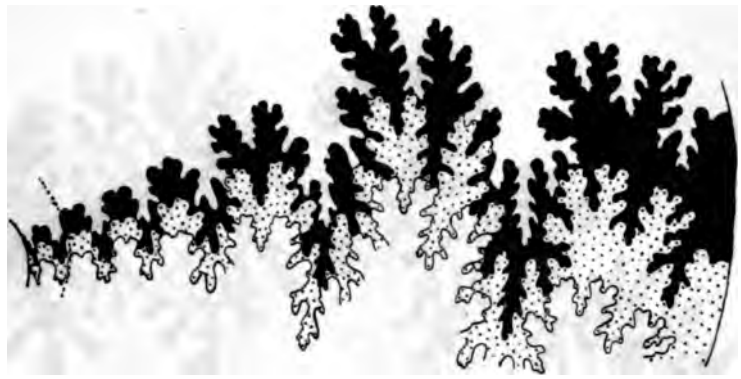


Fig. 3. — *Oppelia Nisoides*, cloison typique, grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.8 cent. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

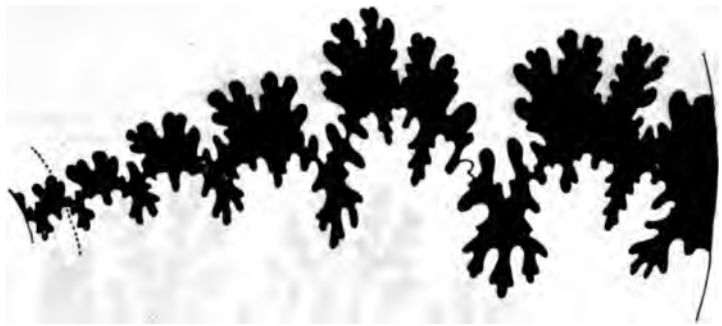


Fig. 4. — *Oppelia Haugi*, cloison typique, grossissement 6 fois, diamètre de

Les échantillons que j'ai eus entre les mains proviennent des marnes aptiennes de Gargas, Vaucluse, Carniol, la Bedoule, St-Dizier, etc.

Oppelia aptiana sp. n.

(Pl. IV-VI, fig. 12 a. b. c.)

Cette espèce se distingue de la précédente par ses tours plus larges et mieux arrondis sur le pourtour; en outre, la partie externe des tours est ornée de côtes falciformes au nombre de 20 à 25 par tour. Les échantillons que j'ai examinés n'avaient pas de cloisons figura-

Fig. 6. — *Oppelia subradiata*, grossissement 4 fois, diamètre de l'échantillon 4.3 cent. Bajocien de Bayeux. Sorbonne.

bles, mais j'ai pourtant constaté qu'un caractère constant est donné par l'exagération de la dissymétrie de la 1re selle latérale. Du reste, les cloisons de l'*Oppelia aptiana* se rapprochent beaucoup de l'espèce précédente.

Oppelia Nisoides sp. n.

(Fig. 3. — Pl. IV-VI, fig. 10 a. b. c.)

Cette espèce a exactement la même forme générale que l'*Oppelia Nisus*, mais elle s'en distingue par un très grand nombre de côtes fines falciformes allant de l'ombilic à la partie externe. De plus les cloisons sont beaucoup moins découpées, tout en conservant exactement le même plan. La première selle latérale est toujours nettement dissymétrique.

Oppelia Haugi sp. nov.

(Fig. 4. — Pl. IV-VI, fig. 11 a. b. c.)

Cette espèce est la moins évoluée de toutes. Les tours de spire, presque complètement embrassants, sont légèrement arrondis sur les côtés tandis que le bord externe en est tranchant. L'ornementation est très marquée et consiste en 20 à 25 côtes falciformes allant de l'ombilic au pourtour, mais en général mieux marquées dans la région siphonale. Entre ces côtes principales, il y a une infinité de stries.

Les cloisons sont encore plus simples que celles de l'espèce précédente. Le lobe siphonal présente quatre phyllites simples, le premier lobe latéral absolument symétrique se divise en trois rameaux presque pas découpés, le second lobe latéral est toujours nettement dissymétrique. Les lobes suivants, moins profonds que dans les espèces précédentes, tendent tous plus ou moins vers la forme bifide. La selle siphonale ne présente plus qu'un lobule important, qui la divise de façon très dissymétrique; de même la première selle latérale a une partie interne beaucoup plus développée que la partie externe. Les selles suivantes sont courtes, simples et partagées symétriquement par un lobule médian.

Le jeune de cette espèce a des tours de moins en moins embrassants, aigus à leur partie externe et ornés de fines stries falciformes. Les cloisons varient peu.

III

Description des Sonneratia de l'Aptien et comparaison avec celles du Gault

d'accord et la figure 3, planche 4 de la Paléontologie française, terrains crétacés, Céphalopodes, correspond bien au type de Michelin, contrairement aux assertions de M. Milaschewitz, qui appelle *Cleon* une forme de l'Aptien qui ne doit être autre que le *bicurvatus*. M. Milaschewitz donne comme cloison du *bicurvatus* une cloison qui me paraît se rapprocher beaucoup de celle de notre *Am. Nisoides*.

L'on a souvent confondu également avec le *bicurvatus*, une forme voisine de l'Aptien, l'*Am. raresulcatus* de Leymerie. Le type de l'auteur est un jeune orné de sillons très profonds ; je crois avoir retrouvé sûrement l'adulte de cette forme. Toutes ces confusions dans un groupe d'ammonites à ornementation peu caractéristique reposent sur le manque de descriptions et de figures exactes et en particulier sur l'insuffisance des dessins de cloisons donnés jusqu'ici. C'est pourquoi j'ai cru utile de rechercher soigneusement les véritables types des espèces et d'en redonner une description et des figures en rapport avec les moyens actuellement à notre disposition.

Je donnerai ensuite la description de deux espèces nouvelles de ce même groupe que je crois nécessaire de distinguer.

L'*Am. bicurvatus*, l'*Am. raresulcatus* et l'*Am. Heimi*, une nouvelle espèce très voisine, forment sans aucun doute un groupe bien déterminé et essentiellement différent de celui de l'*Am. Nisus*. Les caractères essentiels en sont : l'ombilic tombant à pic, les tours presque complètement enveloppants, les côtes flexueuses et les sillons marqués surtout dans les jeunes, mais indiqués souvent encore dans l'adulte, enfin et surtout les cloisons, dont la forme particulière est donnée par la dissymétrie exagérée du premier lobe latéral. L'*Am. undulatus*, que je décris plus loin, présente moins d'analogie avec les formes précédentes, mais il me semble naturel de le placer dans le même groupe, la forme générale étant la même et les cloisons présentant un grand nombre de caractères communs.

M. Zittel a placé dans son Traité le *bicurvatus* à côté du *Nisus* dans les *Placenticeras*, mais il est impossible de conserver ce rapprochement. Le *bicurvatus* présente au contraire tous les caractères essentiels de l'*Am. Beudanti* qui lui-même est, à mon avis, inséparable de l'*Am. Cleon*, l'*Am. Dutempleanus*, l'*Am. quercifolius* et l'*Am. Dupinianus*. Il est connu déjà que l'on peut retrouver tous les intermédiaires entre l'*Am. Dutempleanus*, forme peu évoluée à tours arrondis et à ornementation très marquée et l'*Am. Cleon*, espèce plate à pourtour tranchant et sans ornementation. Ainsi, dans la série des formes indiquées ci-dessus, nous aurons des

espèces plus ou moins évoluées, mais présentant les mêmes caractères essentiels et formant par conséquent un genre naturel. A ce genre il me paraît indiqué d'étendre le nom de *Sonneratia* que Bayle a donné à l'*Am. Dutempleanus*.

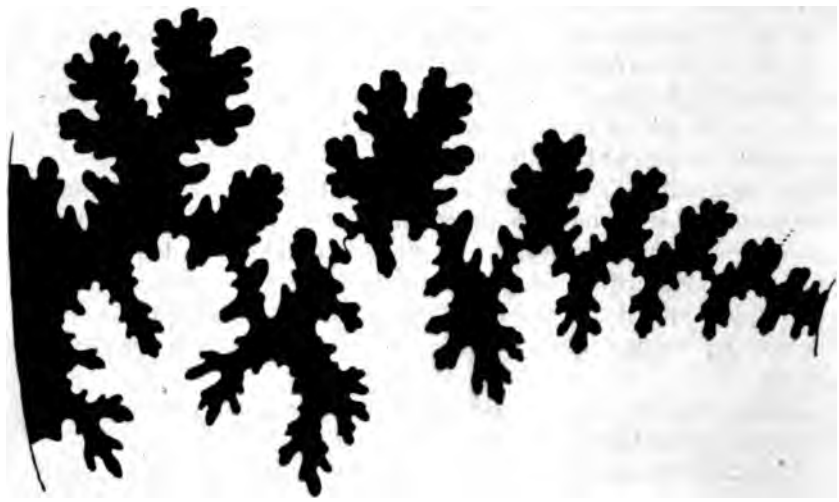
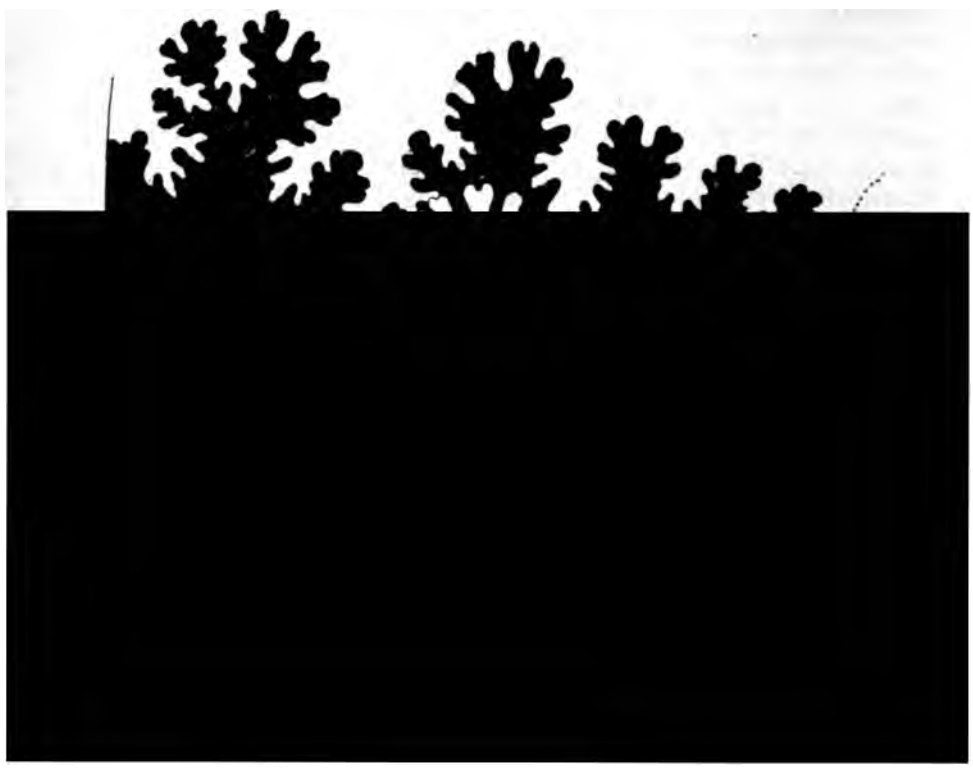


Fig. 7. — *Sonneratia raresulcata* (Leym.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 3,7 cent. Aptien de St-Dizier. Sorbonne.



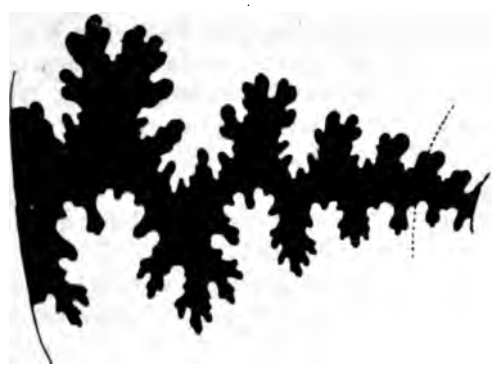


Fig. 9. — *Sonneratia bicurvata* jeune (Mich.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 1.9 cent. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines.

Fig. 10. — *Sonneratia Heimi* (nov. sp.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.9. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines.

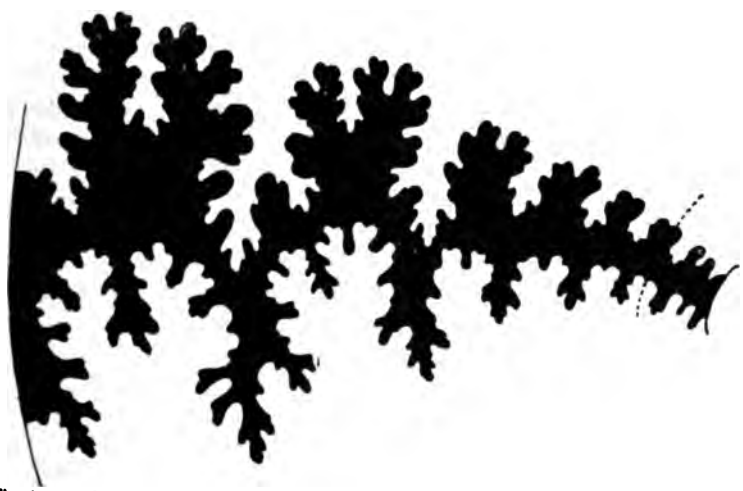


Fig. 11. — *Sonneratia undulata* (nov. sp.), grossissement 6 fois, diamètre de l'échantillon 2.8 cent. Aptien de Gargas. Ecole des Mines.

tation consiste en côtes ondulées, entre lesquelles il y a un nombre variable de sillons ; elle est plus ou moins marquée et peut même disparaître complètement chez certaines espèces. Dans quelques formes extrêmes, les côtes partent de tubercules plus ou moins saillants et situés autour de l'ombilic. Les cloisons, relativement simples, sont caractérisées par leur lobe siphonal court, leur premier lobe latéral très large et dissymétrique et leurs lobes auxiliaires terminés régulièrement en trois pointes.

Les *Sonneratia* sont surtout développées dans le Gault, mais elles apparaissent dans l'Aptien et même dans le Barrémien, où M. Nicklès en a trouvé une espèce inconnue jusqu'ici.

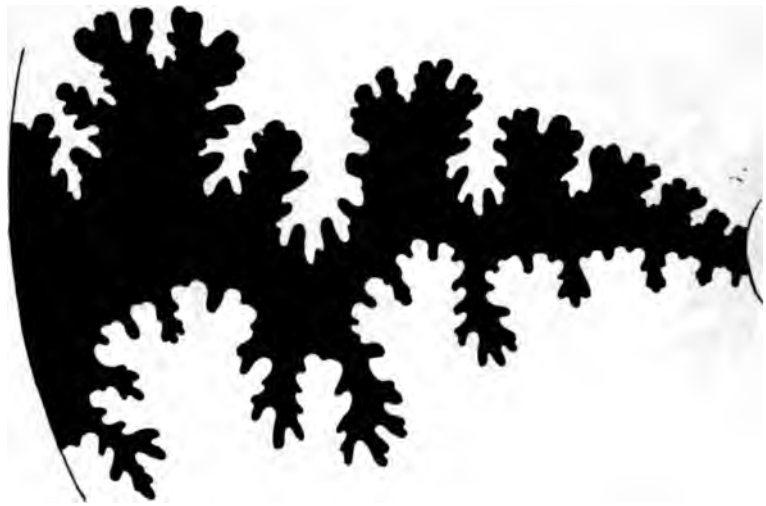


Fig. 12. — *Sonneratia Dutemplei* (Bayle), grossissement 5 fois. Gault.

SONNERATIA BICURVATA (Mich.).

(Fig. 8 et 9. — Pl. IV et V, fig. 1a. 1b. 2a. 2b. 3a. 3b).

1838. *Ammonites bicurvatus* Michelin. Note sur une argile dépendant du Gault. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1re sér., t. III, p. 101; Pl. XII, fig. 7.

Espèce à ombilic étroit et tombant à pic, avec des tours légèrement arrondis sur les côtés et tranchants à la partie externe, mais sans carène proprement dite. L'ornementation consiste en côtes flexueuses, en général peu marquées, entre lesquelles se creusent 6 à 8 sillons par tour. Les sillons sont plus ou moins accentués suivant les échantillons, ils peuvent même disparaître complètement dans les formes adultes, ou bien ne subsister que dans la région ombilicale. Les cloisons sont simples, comparées à celles de *Nisus*; le lobe siphonal est large et présente de chaque côté deux ramifications. Le premier lobe latéral a une forme particulièrement caractéristique qui se retrouve chez toutes les *Sonneratia*; il est très large et profondément dissymétrique par suite du développement très inégal des deux phyllites qui entourent la digitation médiane; ce caractère, déjà très marqué dans le jeune, s'accentue dans l'adulte et atteint son maximum d'exagération dans les *Sonneratia* du Gault. Le second lobe latéral, beaucoup plus court que le premier, est large et ne présente que des lobules sans importance et symétriquement disposés de chaque côté. Les cinq ou six lobes qui suivent se terminent régulièrement en trois pointes. La selle siphonale est divisée dissymétriquement par un grand lobule repoussé vers la partie externe. La première selle latérale, moins haute et moins large que la précédente, est partagée presque symétriquement par un lobule simple, ses terminaisons sont toutes bifides. La seconde selle latérale, ainsi que les suivantes, reproduisent la même forme moins découpée.

Le jeune du *bicurvatus* présente une ornementation très atténuée avec 7 à 9 sillons par tour et, entre ces sillons, une série de côtes fines et flexueuses. Le bord siphonal est moins tranchant et les tours plus arrondis sur les côtés.

Les cloisons présentent le même plan que dans l'adulte, mais sont peu découpées, le lobe siphonal y est plus court et la dissymétrie du 1er lobe est moins accentuée.

SONNERATIA RARESULCATA (Leym.).

(Fig. 7. — Pl. IV-VI, fig. 4 a. b., 5 a. b., 6 a. b. c.)

1840. *Ammonites raresulcatus* Leymerie, in d'Orb. Pal. franç. Terr. crét. Céph., p. 288; Pl. 85, fig. 5-7.

L'*Ammonites raresulcatus* n'a été figuré par Leymerie et d'Orbigny que comme jeune. Je crois avoir retrouvé dans les collections de la

Sorbonne un adulte de cette espèce et c'est cet échantillon (Pl. IV et V, fig. 4 a. b.) que je prends comme type. La forme générale est très semblable à celle du *bicurvatus*, mais les tours sont un peu plus arrondis et le pourtour moins tranchant. De plus l'ornementation, différente, est limitée dans l'adulte à la région siphonale, où sont assez marquées 25 à 28 côtes flexueuses se réunissant parfois deux ensemble. Les sillons font défaut et n'apparaissent qu'à un diamètre d'environ 2 centimètres et au-dessous. Les cloisons se rapprochent beaucoup de celles de l'*A. bicurvatus*, mais sont moins découpées, le lobe siphonal est légèrement plus court et la selle siphonale prend un aspect plus dissymétrique par le plus grand développement de sa partie interne.

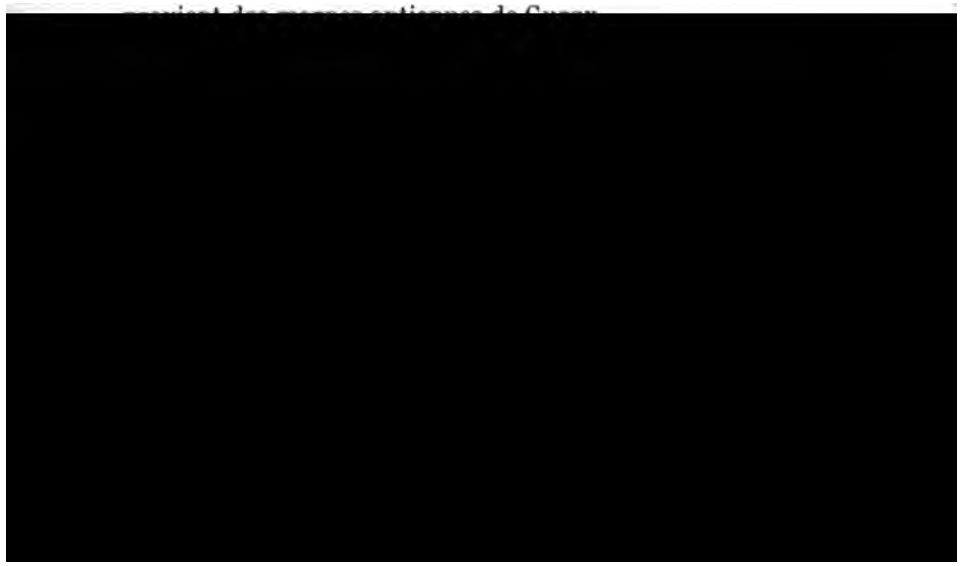
Le jeune se distingue de celui du *bicurvatus* par ses sillons plus marqués, passant sur le pourtour. Entre ces 9 à 12 sillons par tour, il y a des ondulations moins marquées du test, mais pas de côtes proprement dites.

Sonneratia Heimi, nov. sp.

(Fig. 10. — Pl. IV et V, fig. 7, a et b.)

Cette espèce est très rapprochée du *bicurvatus* mais s'en distingue par divers caractères. L'ornementation, très régulière, consiste en seize côtes falciformes se partageant en deux fines côtes parallèles vers la partie externe. De plus les tours sont plus aplatis. Les cloisons, très voisines de celles du *bicurvatus*, passent déjà à celles de l'*Am. Beudanti*, la selle siphonale s'élargit et prend un aspect plus symétrique, les selles latérales, de même que les lobes, sont plus découpées.

Le seul échantillon bien conservé que j'ai eu entre les mains



étroit, le grand phyllite, qui le borde extérieurement dans le *bicurvatus*, manque ici et le lobe n'envoie du côté externe que deux petites ramifications simples. Du côté interne, le lobe envoie un bras se terminant en quatre pointes. La première selle latérale présente le même plan que chez les autres *Sonneratia*, ainsi que les selles suivantes. Le second lobe latéral est nettement dissymétrique; les lobes suivants se terminent par trois pointes comme chez les autres *Sonneratia*.

Le seul échantillon de cette espèce que j'aie vu est une ammonite de 2,8 centim. de diamètre, faisant partie des collections de l'École des Mines et provenant de l'Aptien de Gargas.

Il ne me reste plus, à la fin de ce travail, qu'à remercier tous ceux qui m'ont aimablement facilité la besogne, soit en me communiquant des échantillons, soit en me guidant de leurs conseils. Je remercie M. Douvillé, qui m'a permis de me servir des collections de l'École des Mines, M. Haug et M. Nicklès, qui m'ont fait profiter de leur expérience, et surtout M. Munier-Chalmas qui a bien voulu mettre à ma disposition les ammonites aptiennes des collections de la Sorbonne, me guider constamment de ses conseils et m'initier lui-même à ses procédés pour la reproduction photographique des cloisons.

Les échantillons qui m'ont été communiqués proviennent de Gargas (Vaucluse), de Gurgy (Yonne), de St.-Dizier (Haute-Marne) de la Bedoule (Bouches-du-Rhône) et de la Montagne de Lure.

EXPLICATION DES PLANCHES IV-VI

1 a et b.— *Sonneratia bicurvata*, adulte, grandeur naturelle. Aptien de l'Aube. Ecole des Mines.

2 a et b.— *Sonneratia bicurvata*, plus petit échantillon, grandeur naturelle. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

3 a et b.— *Sonneratia bicurvata*, échantillon jeune, grandeur naturelle. Aptien de Gurgy. Sorbonne.

4 a et b.— *Sonneratia raresulcata*, adulte, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier (Haute-Marne). Sorbonne.

5 a et b. — *Sonneratia raresulcata*, échantillon plus jeune, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne.

6 a et b. — *Sonneratia raresulcata*, échantillon jeune, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne.

6 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

7 a et b.— *Sonneratia Heimi*, grandeur naturelle. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines.

8 a et b.— *Sonneratia undulata*, grandeur naturelle. Aptien de Garges. Ecole des Mines.

9 a et b.— *Oppelia Nisus*, grandeur naturelle. Aptien de la Beaume (Basses-Alpes). Sorbonne.

9 c. — *Oppelia Nisus*, grossi environ 2 fois. Aptien de la montagne de Lure. Sorbonne.

10 a et b.— *Oppelia Nisoides*, grandeur naturelle. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines.

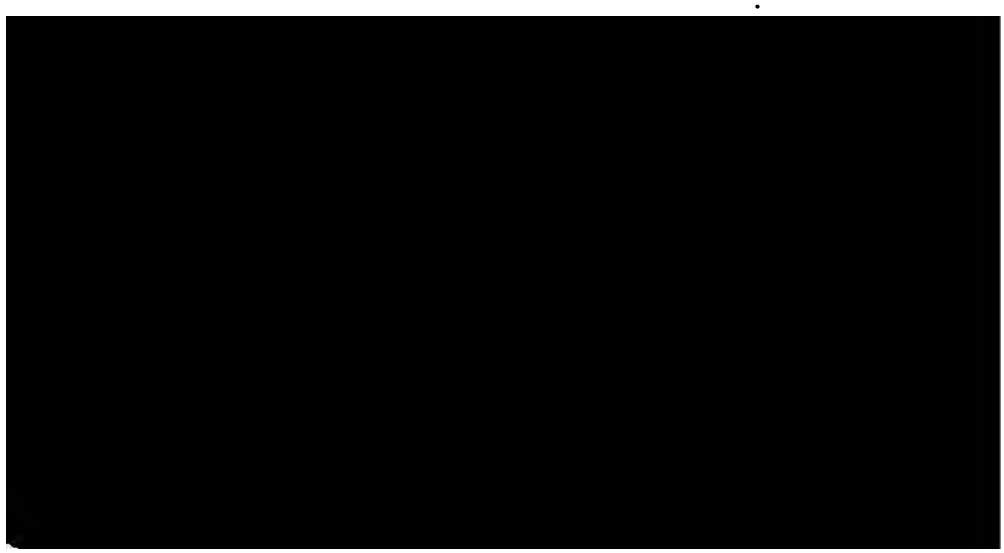
10 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

11 a et b.— *Oppelia Haugi*, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Ecole des Mines.

11 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.

12 a et b.— *Oppelia aptiana*, grandeur naturelle. Aptien du Cheiron (Basses-Alpes). Sorbonne.

12 c. — Même échantillon, grossi environ 2 fois.



LE GENRE *BATHYSIPHON* A L'ÉTAT FOSSILE,

par **M. Federico SACCO** (1).

Dans l'année 1871, M. Sars instituait le genre *Bathysiphon* pour des Foraminifères spéciaux agglutinants qui vivent au fond des mers norvégiennes et qui se construisent de petits tubes subcylindriques ouverts aux deux extrémités, constitués essentiellement de sable siliceux très fin, ainsi que de spicules d'éponges. M. Sars en indiquait une seule espèce, le *B. filiformis*.

Dans l'année 1884, M. Brady, dans son travail grandiose sur les Foraminifères recueillis par l'expédition du *Challenger*, donna plusieurs figures, différemment agrandies, du *B. filiformis*, le rapportant à la Fam. *Astrorhyzidæ*, subfam. *Pilulininæ*, et indiquant qu'il avait aussi été trouvé à de grandes profondeurs dans le golfe de Biscaye, près de Bauda, Amboyna, etc.

Jusqu'ici ce genre, toujours rare à l'état vivant, ne fut pas encore signalé à l'état fossile.

L'année passée, tandis que je faisais le relèvement géologique de l'Appennin de l'Emilie (2), M. l'ingénieur Ponci, qui m'avait déjà fourni un matériel précieux de fossiles crétacés de l'Appennin de Parme, me présenta une plaque calcaéo-arénracée sur laquelle se trouvaient de nombreux petits tubes noirâtres, irrégulièrement réunis. Je crus tout d'abord qu'il s'agissait de petits tubes de Serpule ou de quelques vers agglutinants, mais la nature siliceuse et la spéciale et très fine granulosité de ces petits tubes indiquaient plutôt qu'on avait affaire à des restes de *Rhizopodes* agglutinants de la famille des *Astrorhyzidæ*.

Le Dr Andreæ, de Heidelberg, qui s'occupa déjà d'*Astrorhyzidæ* fossiles, pendant une visite qu'il me fit au Musée géologique de Turin, ayant observé les petits tubes en question, les jugea de véritables tubes d'*Astrorhyzides*, attribuables au genre *Rhabdammina* ou, mieux encore, au genre *Bathysiphon*, me confirmant ensuite cette dernière

(1) Communication faite dans la séance du 15 mai ; manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au secrétariat le 4 octobre.

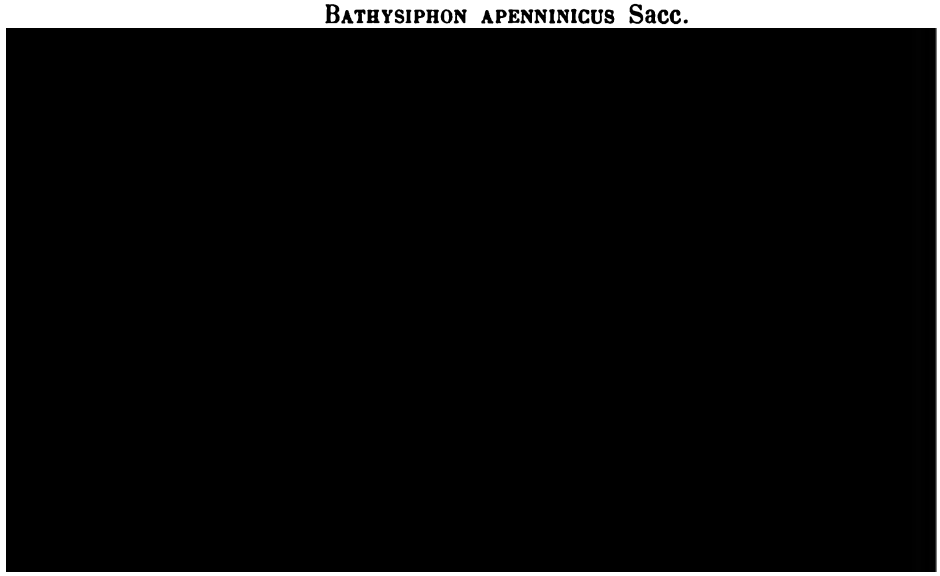
(2) Sacco F. — L'Appennino dell' Emilia. *Boll. Soc. geol. ital.* — Vol. XI, 1892, avec carte géologique au $\frac{1}{100,000}$.

opinion par une lettre aussi savante que gracieuse. De plus, pendant son séjour à Turin, dans une excursion avec le Prof. Depéret, sur les collines de Superga, le Dr Andreæ y signala la présence de restes de *Bathysiphon* parmi les couches miocéniques.

Par la suite, le Dr Goës étant venu me voir à Turin, pour faire des recherches sur les Foraminifères du bassin tertiaire du Piémont, m'offrit une splendide collection de Foraminifères vivants, parmi lesquels il y avait justement quelques exemplaires du *Bathysiphon filiformis,* recueillis dans la mer norvégienne. De cette manière je pus comparer, par un examen direct, l'espèce vivante avec les restes fossiles en question et je fus ainsi mis à même de me persuader de leur identité générique et, en même temps, de l'opportunité de distinguer les formes fossiles de celle vivante.

Je remarque cependant tout d'abord que, s'agissant d'animaux très simples qui se construisent de petits tubes de formes et de dimensions assez variables, nous ne pouvons naturellement pas y trouver des caractères nettement distinctifs, comparables aux caractères, dits spécifiques, des formes supérieures; c'est plutôt sur le *faciès* de l'ensemble des fossiles que nous examinons, que je crus pouvoir fonder les distinctions spécifiques adoptées, qui cependant pourront peut-être être considérées seulement comme de simples variétés du *B. filiformis.* Je remarque encore qu'en général les *Bathysiphon* que j'observai jusqu'ici à l'état fossile sont plus semblables à ceux des figures de Brady qu'à ceux typiques, plus filiformes, de la mer norvégienne; ce fait pourrait peut-être se rapporter aux conditions de chaleur et de profondeur dans lesquelles vécurent et vivent les animaux en question.

BATHYSIPHON APENNINICUS Sacc.



ment aussi à la suite d'écrasement) a un diamètre variable de 1/3 à 3 millim. Dans l'ensemble, ces tubes ont une largeur de 1 à 5 millimètres et une longueur de 2 à 3 centimètres et plus.

A l'examen microscopique, les tubes en question se montrent constitués d'une agglutination de petits grains très fins de sable siliceux, avec de petites lignes brunes ferrugineuses et avec des

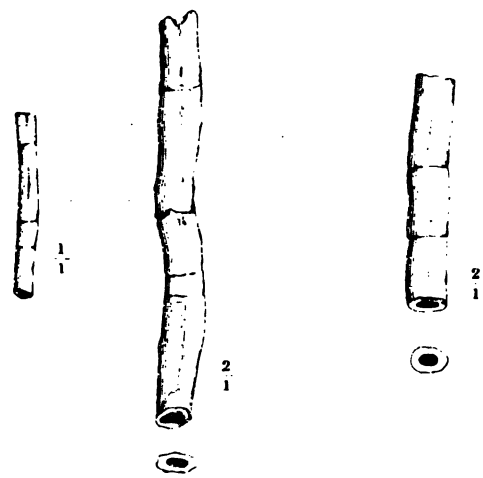


Fig. 1. — *Bathysiphon appenninicus* Sacc.

traces de spicules d'éponges, lesquels cependant sont en grande partie maintenant métamorphosés de manière à avoir perdu la structure originaire. Ces petits tubes se trouvent amoncelés au nombre de plus de 100 sur et entre une petite plaque calcaréo-arénacée de la surface d'environ 50 centim. carrés.

Localité. — Près de la confluence du T. Cenedela dans le T. Ceno, en amont du village de Vianino (province de Parme), dans l'Appennin septentrional.

Age. — La plaque fossilifère en examen appartient à la zone du *Flysch* ou *Ligurien (sensu lato)* et plus précisément à la zone des schistes et des *argille scagliose* ophiolitifères.

Ces terrains, considérés jusqu'ici comme éocéniques, seraient, au contraire, d'âge crétacé, par suite des relevés géologiques et des découvertes paléontologiques que j'y ai faits dans ces dernières années (1).

(1) Sacco F. — L'âge des formations ophiolitiques récentes. — *Bull. Soc. belge de Géol. etc.* — Tome V. 1891.

» Contribution à la connaissance paléontologique des argiles écailleuses et des schistes ophiolitifères de l'Appennin septentrional. — *Bull. Soc. belge de Géol., etc.* — Vol. VII. 1893.

BATHYSIPHON TAURINENSIS Sacc.

Petits tubes subrectilignes ou très légèrement ondulés, beaucoup plus rarement un peu arqués, de teinte noirâtre à la surface et gris-blanchâtre dans l'intérieur du tube. Presque tous ces tubes présentent dans leur partie supérieure et inférieure (par rapport à leur disposition sur le fond marin) une dépression très accentuée, canaliforme, qui accompagne les tubes dans toute leur longueur, de manière que, sectionnés, ils présentent généralement presque la forme d'un 8; ce fait est certainement en rapport, au moins pour la plus grande partie, avec la très puissante pression que subirent les couches où gisent les fossiles en examen. A cause de cette pression, ces petits tubes sont souvent cassés et ont leurs fragments main-

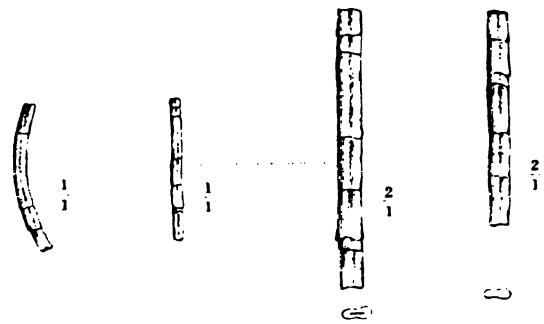


Fig. 2. — *Bathysiphon taurinensis* Sacco.

tenant déplacés, même notablement; en outre, le canal de ces fossiles est presque toujours obstrué, fermé, et se montre en section seule-

en général. On les trouve pour la plupart isolés, mais peu éloignés les uns des autres; plus rarement ils se montrent réunis 10 ou 12 ensemble, et alors ils sont souvent disposés subparallèlement ou consécutivement, en traînées ou séries irrégulièrement ondulées.

Ces fossiles avaient été déjà recueillis et examinés, il y a environ 30 ans par M. E. Sismonda et par M. Gastaldi, qui cependant n'en parlèrent pas dans leurs ouvrages, étant restés incertains sur leur détermination : ils doutèrent cependant qu'il s'agit de fruits de Légumineuses, et qu'on dut les attribuer au genre *Carpolites* ou *Leguminocarpon*, comme il résulte des notes manuscrites qui accompagnent ces fossiles dans la collection paléontologique du Musée de Turin.

Localité. — Assez communs dans les marnes grises, plus ou moins calcaires ou finement arénacées, des collines de Turin-Casal.

Age. — Spécialement abondants dans le *Langhien*, et moins communs dans les zones marneuses de l'*Aquitanien* et de l'*Helvétien* inférieur.

Je finirai cette courte communication en observant que peut-être l'on peut aussi rapporter au genre *Bathysiphon* les petits tubes très annelés signalés par M. Andreæ dans l'Oligocène de l'Alsace sous le nom de *Rhabdammina annulata* (1), comme j'ai pu l'observer directement, par un gracieux envoi de M. Andreæ, aussi bien que les petits tubes un peu semblables trouvés par le Dr E. Ficheur dans le *Tongrien* de l'Algérie.

Je suis certain que ces curieux organismes, connus seulement jusqu'ici comme des raretés dans les mers actuelles, maintenant qu'ils furent signalés et fait connaître aussi à l'état fossile, seront découverts bientôt en un grand nombre de localités et en presque tous les horizons géologiques, parmi les dépôts marins un peu profonds ; dernièrement j'ai pu observer dans des schistes éocènes de l'Appennin septentrional des fragments de tubes qui peuvent peut-être être rapportés au *B. appenninicus* ; mais, dès à présent, nous pouvons en indiquer provisoirement le développement suivant :

Actualité.....	*Bathysiphon filiformis*	Sars.
Miocène.....	»	*taurinensis* Sacc.
Oligocène.....	»	*annulatus* (Andr.)
Crétacé et Eocène ?	»	*appenninicus* Sacc.

(1) Andreæ.—Weit. Beitr. z. Kenntniss des Oligocäns im Elsass. 1890. p.114, fig. 5.

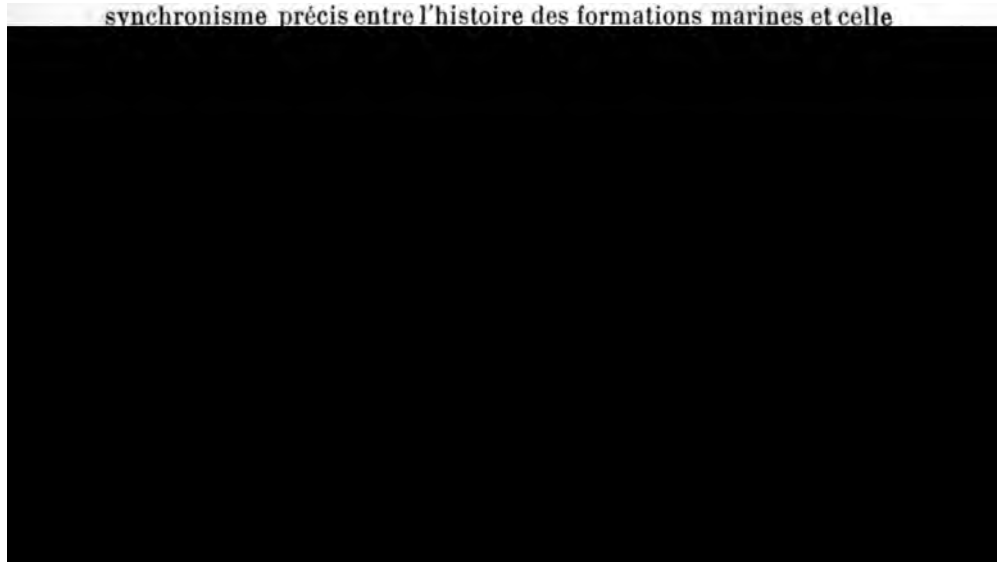
SUR LA CLASSIFICATION ET LE PARALLÉLISME DU SYSTÈME MIOCÈNE,

par M. DEPÉRET (1).

Les terrains néogènes du Sud-Est de la France peuvent passer parmi les mieux connus au point de vue de leur description détaillée, à la fois stratigraphique et paléontologique. Nous devons les progrès successifs de ces connaissances aux travaux de Sc. Gras, de Lory, de Jourdan, de MM. Matheron, Falsan, Fischer, Tournouër, Gaudry, et surtout aux belles monographies de mon ami regretté F. Fontannes, qui a poussé l'analyse minutieuse des formations et des faunes *miocène* et *pliocène* dans le bassin du Rhône à un degré de précision jusqu'alors inconnu.

Néanmoins, lorsqu'on essaie de comparer ces terrains et en particulier le terrain *miocène* avec celui des grands bassins classiques de Vienne, du Piémont, de Bordeaux, de la Touraine, etc., et de retracer l'histoire synchronique de ces divers pays, à la fois au point de vue des grands phénomènes de transgression et de régression marines, et à celui de l'évolution successive des faunes marines et terrestres, on se heurte à un grand nombre de difficultés.

Ayant assumé depuis plusieurs années la lourde tâche de continuer l'œuvre stratigraphique de Fontannes dans les terrains tertiaires du bassin du Rhône, et préoccupé d'autre part d'établir un synchronisme précis entre l'histoire des formations marines et celle



jaunes de Saucats et de Léognan, dépôts auxquels M. Mayer avait successivement appliqué les noms d'étage *Mayencien*, puis de *Langhien*. Il en était presque de même pour les formations marines terminales du Miocène, désignées par M. Mayer sous le nom de *Tortonien*, étage qui, à la suite des travaux de Tournouër et de Fontannes, paraissait absent sous son faciès marin dans le bassin du Rhône, où on lui attribuait toute une série de couches d'eau douce et continentales, par analogie avec les formations similaires de Suisse et de Bavière. D'autre part, que devenaient, dans le bassin du Rhône, les grands étages *Sarmatique* et *Pontique* des géologues d'Orient, puisque Fontannes et moi-même avions essayé d'établir que les *couches à Congéries* si peu développées de la vallée du Rhône représentaient un horizon plus jeune et plus voisin du Pliocène que les couches à Congéries danubiennes ?

En ce qui concerne les faunes de Mammifères terrestres, le désaccord était plus frappant encore, puisque d'un avis unanime les géologues suisses, bavarois, autrichiens plaçaient au-dessus de la mollasse marine la faune à *Mastodon angustidens*, dite *faune de Sansan*, que les travaux français plaçaient non moins unanimement à la base du Miocène marin, au niveau de l'étage dit *Langhien*. Quant à la faune à *Hipparion* ou de Pikermi, elle était regardée en France comme *Miocène* (au niveau de l'étage *Tortonien*) et en Allemagne comme *Pliocène*.

M. le professeur Suess, dans l'admirable exposé de l'histoire de la Méditerranée qui forme l'un des importants chapitres de l'*Antlitz der Erde*, a, plus que tout autre, contribué à mettre en lumière ces difficultés, en insistant entre autres points sur le parallélisme probable des marnes à Ptéropodes des Langhe (type du *Langhien* Mayer) avec l'horizon du *Schlier* d'Autriche, et sur le synchronisme constant de la faune de Sansan avec les formations marines du *2e étage méditerranéen*.

Il me paraissait impossible, à la suite de la lecture de l'*Antlitz*, confirmée par celle des travaux publiés en Suisse, en Allemagne et en Autriche, que de pareils dissentiments pussent porter sur les faits ou sur des erreurs d'observation et il était vraisemblable de les attribuer à une manière différente de comprendre les limites des grands étages, c'est-à-dire à un défaut d'observations comparatives.

C'est dans le but de rechercher la raison d'être de ces différences d'opinion et de classement que j'ai entrepris, dans le cours des mois de septembre et d'octobre dernier, en compagnie de l'un de nos

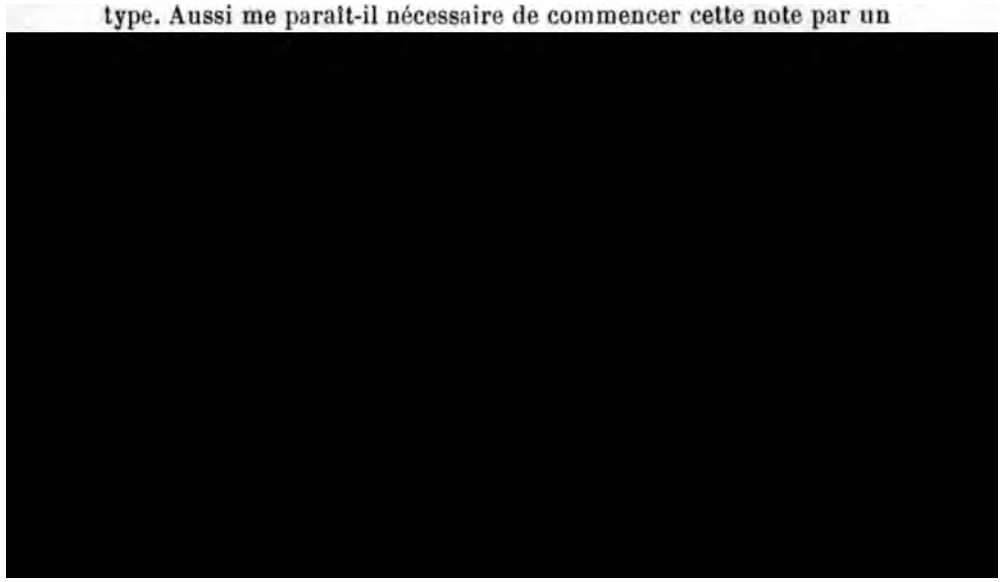
confrères, M. G. Sayn, très au courant de tout ce qui concerne les faunes tertiaires du bassin du Rhône, un voyage géologique le long de la chaîne des Alpes, par la Suisse, le Wurtemberg, la Bavière, l'Autriche, la Hongrie et enfin l'Italie du Nord. Je me proposais, à l'aide des collections réunies dans les principaux Musées de ces pays et aussi à l'aide de nombreuses excursions sur le terrain dans des localités convenablement choisies, de prendre une connaissance aussi précise que possible des documents relatifs au terrain miocène, et de coordonner ces observations de manière à les faire servir à un classement général des formations miocènes de l'Europe centrale et occidentale.

Je suis heureux de dire que j'ai trouvé auprès des savants étrangers l'accueil le plus empressé et le plus obligeant. MM. les professeurs Renevier à Lausanne, de Fellenberg à Berne, Mayer à Zurich, Zittel, Rothpletz et Schlosser à Munich, Suess, Fuchs et Stache à Vienne, Pilar et Brusina à Agram, Sacco à Turin, ont, non seulement mis à ma disposition les riches collections de leurs musées, mais ont bien voulu encore me donner des indications locales précises qui ont facilité mes excursions sur le terrain et les ont rendues plus fructueuses.

Je prie ces savants confrères de vouloir bien accepter ici l'expression de ma plus vive reconnaissance.

BASSIN DU RHONE

Dans le cours de ces recherches comparatives, j'ai pris pour point de départ les formations néogènes du bassin du Rhône, qui m'étaient connues d'une manière suffisamment précise pour me servir de type. Aussi me paraît-il nécessaire de commencer cette note par un



prend, entre l'anse du Rouet de Carry et le port de Carry, les termes suivants de bas en haut :

1. Conglomérats rouges du Rouet de Carry.
2. Sables et marnes à *Pecten subpleuronectes* et Polypiers.
3. Couches saumâtres à *Potamides plicatus*, *P. margaritaceus*, Cyrènes et Corbules.
4. Mollasse calcaréo-siliceuse à *Melongena Lainei*, *Turritella quadriplicata*, Polypiers et Bryozoaires.

L'assise, marine dans son ensemble, est remarquable par l'intercalation en son milieu d'une zone saumâtre à *Potamides plicatus* et *P. margaritaceus*, qui indique sur ce point de la côte de Provence l'estuaire d'un fleuve venu de l'est.

Si l'on groupe les types les plus fréquents et les plus caractéristiques de l'ensemble des couches, 1 à 4, on peut dresser une liste dont le caractère *aquitanien* n'est pas douteux.

Ostrea aginensis Tourn.
— *undata* Lam. var.
Pleuronectia subpleuronectes Lam.
Lucina multilamellata Lam.
— *ornata* Ag.
Mytilus Michelini Math.
Cytherea undata Bast.
Cyrena Brongniarti Bast.
Lævicardium aquitanicum Mayer.
Lithodomus avitensis Mayer.
Potamides plicatus Brug.
— *margaritaceus* Broc.
Neritina picta Fér.
Turritella Desmaresti Bast.
— *quadriplicata* Bast.
Rostellaria dentata Grat.
Cypræa pyrum Gmel.
Melongena Lainei Bast.
Helix Ramondi Brongn. (dans les couches inférieures).

L'âge aquitanien de cette faune s'affirme par l'existence des espèces les plus caractéristiques de cet étage dans les horizons classiques du sud-ouest, à St-Avit, Bazas, Larriey, Martillac, Mérignac, etc., aussi bien pour les types marins, tels que *Melongena Lainei*, *Turritella Desmaresti*, *Cytherea undata*, *Ostrea aginensis* et *O. undata*, que pour les types d'eau saumâtre, *Potamides plicatus*, *P. margaritaceus*, *Neritina picta*, *Cyrena Brongniarti*, etc.; seulement la couche n° 4, ou mollasse à Turritelles, par l'apparition de quelques espèces encore rares, telles que *Turritella turris*, *Lucina columbella*, *Cardium burdigalinum*, commence à prendre un cachet plus jeune, qui fait de cette couche un véritable terme de passage graduel entre l'*Aquitanien* et le vrai Miocène.

Mais ce faciès marin de l'*Aquitanien* est limité à la côte de Provence. Dès qu'on pénètre dans l'intérieur de la vallée du Rhône, cet étage prend un faciès tout à fait saumâtre dans lequel les Potamides et les Cyrènes indiquent seuls un certain degré de salure des eaux.

la Bavière avec la mer du bassin du Danube, comme on verra dans la suite de cette note. Ces formations saumâtres *aquitaniennes* servent presque partout de substratum dans cette région aux formations *miocènes*.

II. Faluns de Sausset et Sables a Scutella paulensis

Sur la côte de Provence, entre Carry et Sausset, on voit succéder à l'Aquitanien et en continuité parfaite avec cet étage, une série de couches sableuses à Peignes et à Huîtres, consolidées à divers niveaux en une mollasse gréseuse blanche, rose ou jaunâtre, souvent remplie d'une riche faune de Gastropodes, identiques pour la plupart à ceux des faluns de Saucats et de Léognan dans le Sud-Ouest.

On peut distinguer dans ce nouvel étage (1), de bas en haut, les zones suivantes :

1. Marnes brunes à *Pecten vindascinus* et Ostracés.
2. Mollasse gréseuse à *Turritella turris*.
3. Sable jaune à *Pecten vinduscinus* et banc gréseux à Pleurotomes.
4. Sable jaune à *Thracia ventricosa*.
5. *Banc rose de Sausset* à faune de Léognan.

Ce dernier banc est le plus riche en fossiles de la série; il est de plus remarquable par la présence de nombreux galets siliceux roses, blancs ou noirs, d'apport lointain, qui se concentrent, en devenant plus gros, à la base de l'étage suivant (mollasse calcaire à *Ostrea crassissima*) pour former un véritable conglomérat de gros galets, à patine verte, indice des courants violents de transgression de la mer miocène à ce moment.

La lecture de cette liste, composée en très grand nombre d'espèces caractéristiques des faluns jaunes de Saucats et de Léognan, suffit pour affirmer le parallélisme de la mollasse de Sausset avec cet horizon classique du Bordelais et aussi, comme cela sera établi plus loin, avec l'horizon de Gauderndorf, dans le bassin extra-alpin de Vienne.

Mais, de même que pour l'Aquitanien marin, le faciès de Sausset, si riche en fossiles d'une excellente conservation sur la côte nord du Golfe de Marseille, ne se retrouve plus dès qu'on pénètre dans l'intérieur de la vallée du Rhône.

En effet, dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Vaucluse et de la Drôme, le premier terme de la transgression miocène marine consiste en une assise sableuse, verdâtre, désignée par Fontannes sous le nom de *sables à Scutella paulensis*, et dont la base débute en général par un conglomérat de gros galets siliceux, à patine verte, indice des premiers courants d'invasion de la mer miocène dans le bassin du Rhône. La faune de cette assise, en raison même de son faciès sableux, est assez pauvre, et composée surtout d'Huîtres, de Peignes, d'Echinides, de dents de Squalidés. Les espèces les plus fréquentes sont :

Ostrea Virginiana Gmel.
— *caudata* Munst.
Pecten Davidi Font.
— *Justianus* Font.
— *Paulensis* Font.
— *ventilabrum* Goldf.
— *pavonaceus* Font.
Pecten Tournali de Serres.
— *præscabriusculus* Font. (rare).
Lima squamosa Lam.
Scutella paulensis Ag.
Amphiope elliptica Desor.
Echinolampas scutiformis Leske.
Cidaris avenionensis Desm.

Parmi les espèces de cette liste, le *Pecten Davidi*, le *P. Justianus*, le *P. pavonaceus*, sont spéciaux à ce niveau qu'ils ne dépassent pas. Quant au *Pecten præscabriusculus*, il apparaît, il est vrai, à la partie supérieure des sables à Scutelles du bassin de Visan, mais il y est encore rare, et il n'est destiné à devenir commun que dans la mollasse marno-calcaire qui recouvre partout la mollasse sableuse inférieure.

Plusieurs raisons, à la fois stratigraphiques et paléontologiques, m'amènent à admettre l'équivalence, au moins très approchée, des *sables à Scutella paulensis* et des couches mollassiques de l'*horizon de Sausset*, à faune de Léognan.

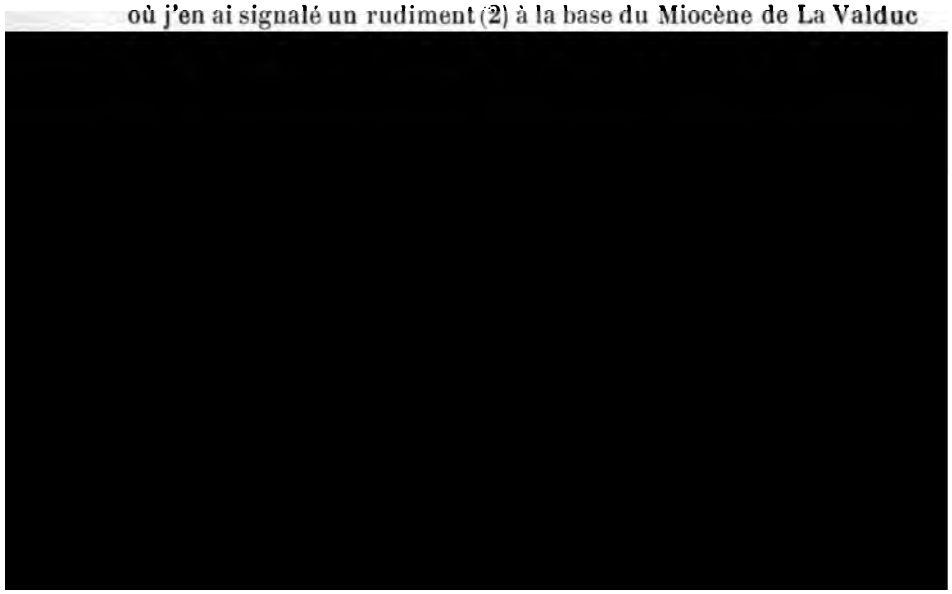
En effet, les sables à Scutelles sont, comme les couches de Sausset, postérieures à l'Aquitanien à *Helix Ramondi*. Il est vrai que l'on peut assez rarement constater, dans la Drôme et le Vaucluse, leur superposition directe sur cet étage saumâtre; mais cela

tient à une discordance complète qui existe entre l'Oligocène et le Miocène, et à d'importants phénomènes de ravinement qui se sont produits entre ces deux systèmes, de telle sorte que le fond de la vallée d'érosion marine, dans laquelle se sont déposés les sables à Scutelles, est constituée tantôt par le Crétacé, tantôt par les sables bigarrés de l'Eocène inférieur, tantôt enfin par l'un des termes quelconques de l'Oligocène.

Une deuxième difficulté stratigraphique provient de la présence presque constante, à la base des sables à Scutelles, d'un conglomérat de galets siliceux, qui fait défaut à la base des couches de Sausset et n'apparaît qu'à la partie supérieure de ce dernier horizon, c'est-à-dire *dans le banc rose de Sausset*. Cette dernière observation tendrait à faire admettre que les sables à Scutelles sont parallèles non à l'ensemble, mais seulement à la partie supérieure de l'horizon de Sausset, qui constitue d'ailleurs le principal niveau des Gastropodes de Léognan. Il ne faut pas oublier en outre que Fontannes (1) a signalé à Crest (Drôme), dans le bassin de Visan et dans la combe de Lourmarin (Vaucluse) l'existence de conglomérats à diverses hauteurs, parfois même vers le haut de la mollasse sableuse à Scutelles.

La faune elle-même, malgré la différence des faciès, confirme le parallélisme indiqué, puisque les couches de Sausset renferment le *Pecten Justianus*, le *Pecten pavonaceus* et la *Scutella paulensis*, espèces qui sont, ainsi que je l'ai dit plus haut, spéciales à l'horizon des sables à Scutelles.

Au point de vue géographique, le faciès à Gastropodes de Sausset est limité à la côte du golfe de Marseille. Les sables à Scutelles font leur première apparition dès le département des Bouches-du-Rhône, où j'en ai signalé un rudiment (2) à la base du Miocène de La Valduc



bassin de Visan (1), et en particulier sur la colline de St-Paul-Trois-Châteaux, où ils contiennent une faune assez abondante.

Plus au nord, dans le *bassin de Crest* ou vallée de la Drôme (2), l'assise des sables à Scutelles se montre encore, mais avec une épaisseur moindre et une faune très appauvrie, par exemple auprès de Fort-les-Coquilles, à Montmeyran et à Auriples, où les *Pecten Justianus* et *P. pavonaceus* permettent encore de la reconnaître paléontologiquement.

Cette assise ne semble pas avoir pénétré dans la vallée du Rhône au nord du bassin de Crest, ou du moins l'on n'en connaît jusqu'ici aucun représentant dans la vallée de l'Isère, ni plus au nord dans l'Ain et la Savoie. Dans le Royans, aux environs de St-Nazaire (3), les couches de mollasse marneuse bleue, par lesquelles débute le Miocène marin et qui reposent directement sur l'Oligocène, représentent déjà un horizon plus élevé que celui des sables à Scutelles, c'est-à-dire celui de la mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus*, qui constitue la deuxième assise du Miocène rhodanien. Il en est de même dans l'Ain, à Saint-Martin-de-Bavel (4), où la mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus* repose directement, avec un conglomérat de galets calcaires à la base, sur le Néocomien perforé par les Mollusques lithophages.

On a donc, dans l'Isère et dans le Jura méridional, la preuve d'une transgressivité de la mollasse marneuse sur les sables à Scutelles, qui n'ont pas atteint ces régions. Il est juste de rappeler que, même dans les points de la vallée du Rhône où cette dernière assise s'est déposée, Fontannes a attiré déjà l'attention sur cette transgressivité de la mollasse marneuse sur la mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, notamment dans le bassin de Visan (5).

Ainsi on voit se dessiner dans le bassin du Rhône, après la période lagunaire de l'Aquitanien, une première phase de transgression marine encore peu accentuée, et qui a eu pour résultat la formation d'un golfe fermé au nord vers les limites de la Drôme ; c'est dans ce golfe que se sont déposés les sables à *Scutella paulensis*, en même temps que les faluns de Saucats et de Léognan se formaient aux environs de Bordeaux.

(1) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, III, p. 24.
(2) Id. VI, p. 11 et 21.
(3) MERMIER, Aperçu géologique des environs de la Baume d'Ilostun, p. 13.
(4) BENOIT, Note sur la Mollasse de l'Ain (*B. S. G. F.*, 2e sér. t XVI, p. 369).
(5) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, III, p. 28.

III. Mollasse marno-calcaire a Pecten præscabriusculus.

La transgression marine continue ensuite et on arrive au-dessus des sables de l'horizon précédent, à une nouvelle série de couches, marneuses d'abord, plus calcaires vers le haut ; c'est la mollasse marno-calcaire, caractérisée par l'abondance du *Pecten præscabriusculus*, du *P. subbenedictus*, d'*Echinolampas hemisphæricus*, etc. Les zones supérieures de cette assise coralligène, à Polypiers, Bryozoaires et Nullipores, constituent la pierre blanche exploitée à Beaumadalier (côte de Provence), à Ménerbes (Vaucluse), à Bari et Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).

La faune, plus riche que celle de la mollasse sableuse, comprend surtout les types suivants :

Ostrea Boblayei Desh.
— *gingensis* Hörn.
Pecten restitutensis Font.
— *Tournali* de Serres.
— *sub-Holgeri* Font.
— *palmatus* Lam. = *Crestensis* Font.
— *valentinensis* Font.
— *præscabriusculus* Font. (très commun).
— *subbenedictus* Font.
Cardium mullicostatum Br.
— *commune* Mayer.
Mactra helvetica May.
Panopæa Menardi, Desh.
Pholadomya Garnieri Font.
Ficula condita Brg.
Tudicla rusticula Bast.
Genota ramosa Bast.
Clavatula asperulata Lam.
Turritella terebralis Lam.
Turritella turris Bast.
Scutella paulensis Ag.
Amphiope elliptica Des.
Echinolampas hemisphæricus Ag.
— *scutiformis* Leske.
Clypeaster intermedius Des.
Cidaris avenionensis Des.

L'examen comparatif de cette liste avec celle de l'assise précédente fait ressortir, d'une part la grande similitude de ces deux

au-dessus des couches de l'horizon de Sausset, et toujours transgressive sur cet horizon. Elle y débute par une épaisse couche de gros galets siliceux verdâtres, et comprend seulement deux à trois mètres de mollasse marno-calcaire blanchâtre, avec un ou deux bancs continus d'*Ostrea crassissima* et *O. gingensis*, et, en outre, parmi les formes abondantes : *Pecten gallo-provincialis* Math., *Mytilus Michelini* Math., *Scutella paulensis* Ag. (variété passant à *Sc. subrotundata*). L'assise, réduite ici à son minimum d'épaisseur extrême, constitue une petite bande qui débute un peu à l'est du port de Sausset pour disparaître à l'ouest vers la Couronne sous les assises plus récentes du Miocène.

Au nord de l'anticlinal crétacé de la Nerthe, dans la région de l'étang de Berre (1), la mollasse marno-calcaire, avec son conglomérat vert à la base, consiste en une masse de 10-15 m. de couches gréso-calcaires, plus ou moins dures, grumeleuses, composées pour une part notable de Nullipores, de Bryozoaires, de débris de Mollusques. Des bancs épais d'*Ostrea Boblayei, squarrosa, Velaini*, de *Pecten Tournali, sub-Holgeri, præscabriusculus*, de *Perna Soldani*, etc., s'intercalent à divers niveaux de cette masse, à Port-de-Bouc, Plan-d'Aren, Saint-Blaise, Istres.

L'épaisseur de l'assise augmente rapidement dès qu'on pénètre plus au nord dans le bassin du Rhône. Dans la vallée de la Durance (2), sur les flancs sud et nord du chaînon crétacé du Leberon qu'elle a recouvert à l'époque miocène, la mollasse marno-calcaire constitue une puissante masse de calcaire blanc, coralligène, à Nullipores et Polypiers, presque entièrement composé de débris d'organismes; elle est exploitée activement comme pierre tendre dans les grandes carrières de Ménerbes (Vaucluse). On suit la mollasse marno-calcaire plus en amont dans la vallée de la Durance, où elle pénètre dans les Basses-Alpes par Reillanne, Manosque, Forcalquier, Peyruis, et de là dans le bassin de Digne jusqu'à Tanaron ; quelques lambeaux ont été emportés jusqu'au sommet de l'anticlinal de Lure (3).

Vers le centre du thalweg du Rhône inférieur, la mollasse marno-calcaire ne montre que quelques affleurements restreints : autour du massif des Alpines (les Baux); auprès d'Avignon (la Montagnette, les Angles), auprès d'Orange, etc., qui permettent de relier les affleurements du Languedoc (Uzès) avec ceux de la bordure con-

(1) FONTANNES et DEPÉRET, *Etudes stratigraphiques*, fasc. X.
(2) FONTANNES, Le plateau de Cucuron (*Etudes stratigraphiques*, fasc. IV).
(3) KILIAN, Description géologique de la montagne de Lure, p. 317.

tinue de mollasse calcaire qui suit le pied occidental du mont Ventoux (1) par Gordes, l'Isle-sur-Sorgues, Vaucluse, Vénasque, Malemort, Mormoiron, Malaucène, Mollans. Un lambeau important conservé par les failles dans le fond de la vallée de Montbrun, sur le revers nord du Ventoux, atteste l'ancien recouvrement de ce grand anticlinal.

Plus au nord encore, à la limite du Comtat et de la Drôme, cette assise, avec un faciès très constant, forme une ceinture continue autour du *bassin de Visan* (2) par Nyons, Taulignan, Chantemerle, pour atteindre, en se rapprochant du Rhône, la colline de Saint-Paul-Trois-Châteaux, où ses couches supérieures sont exploitées activement comme pierre tendre.

Quelques lambeaux épars dans le bassin de Montélimar permettent de raccorder ces beaux affleurements du Comtat avec ceux du bassin de la Drôme (3), où la mollasse marno-calcaire, notablement réduite d'épaisseur, suit, au sud de cette rivière, le contour oligocène par Grane, Autichamp, Crest, mais s'atrophie rapidement au nord de cette ville pour finir en pointe le long de la chaîne de Raye, dans les environs de la Baume-Cornillane.

A partir de la vallée de la Drôme, la mollasse marno-calcaire fait complètement défaut dans toute la partie centrale de la vallée du Rhône, notamment dans les plaines de Valence, de la basse Isère, ainsi que dans les plateaux du Viennois et dans les plaines du Bas-Dauphiné. Ses seuls affleurements sont rejetés soit contre le pied des premières chaînes subalpines (Pont-en-Royans, Saint-Julien de Raz, près Voiron, Pont-de-Beauvoisin), soit même dans l'intérieur de ces chaînes, dont la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, devenue tout-à-fait littorale et transformée en poudingues à galets impressionnés, dessine le fond des synclinaux. C'est ainsi qu'elle pénètre

difficile, faute de documents paléontologiques précis, de faire dans ces affleurements la part exacte de la mollasse à *Pecten præscabriusculus*, qui en constitue probablement une grande partie.

En dehors des chaînes subalpines, la mollasse à *Pecten præscabriusculus* pénètre aussi dans les synclinaux du Jura de l'Ain, où j'ai déjà indiqué plus haut le lambeau important de Saint-Martin-de-Bavel, près Virieux-le-Grand, où la présence de *P. præscabriusculus*, d'*Echinolampas scutiformis* indique nettement la présence de cette zone. Benoît (1) donne en ce point la succession suivante de bas en haut :

1. Conglomérat local de roches calcaires, 1 à 3^{m}.
2. Mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* 1 à 2^{m}.
3. Grès argilo-calcaire bleu à Bryozoaires, 5 à 6^{m}.
4. Mollasse grise, argileuse, à *Echinolampas scutiformis*, *P. præscabriusculus*, moules de bivalves, 4^{m}.
5. Mollasse tendre, grise, micacée à *P. præscabriusculus*, *P. subbenedictus*, *Cardium*, Lucines, Balanes.

A cet ensemble succèdent des couches sablo-gréseuses qui appartiennent à des horizons plus élevés de la mollasse marine (couches à *O. crassissima*).

J'ai donné quelques détails sur la coupe de St-Martin-de-Bavel, parce que ce point marque, dans l'état actuel de nos connaissances, le maximum d'extension vers l'ouest, dans l'intérieur de la chaîne du Jura, de la zone à *Pecten præscabriusculus*. Sur le prolongement du même synclinal, on suit encore quelques lambeaux de cette même mollasse dans le Val Romey et à la Combe d'Evoaz. Beaucoup plus au nord encore, le lambeau de la Ferté, près de St-Laurent de Grandvaux (Jura) (2), avec *P. præscabriusculus*, *subbenedictus*, Bryozoaires, dents de *Lamna*, le petit lambeau des environs de Foncines (feuille géologique de Lons-le-Saulnier), les lambeaux du bassin crétacé de Mouthe, et la bande synclinale plus importante des Verrières françaises (3) avec *Pecten præscabriusculus*, *Echinolampas scutiformis* (feuille géologique de Pontarlier), indiquent, jusqu'à la limite du Jura suisse, l'extension de la zone, qui a dû ainsi s'étendre autrefois sur une bonne partie des chaînons orientaux du Jura.

Si l'on essaye de tracer sur une carte (fig. 1) l'extension probable

(1) BENOIT, *B. S. G. F.*, 2e sér., t. 16, p. 370.

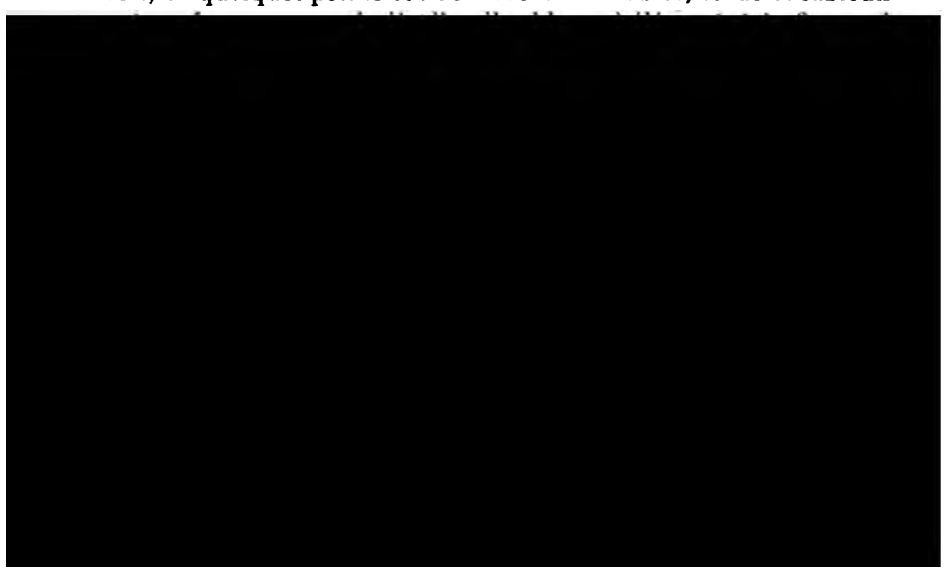
(2) BENOIT, *loc. cit.*, p. 379. — BOURGEAT, *B. S. G. F.*, 1885, p. 780.

(3) BERTRAND, Légende des feuilles géol. de Lons-le-Saulnier et de Pontarlier. — DOLLFUS, *B. S. G. F.*, 3e série, t. 15, p. 179.

de la mer miocène dans le bassin du Rhône, à l'époque de la mollasse marno-calcaire, en tenant compte de tous les affleurements connus de cette zone, on voit que cette mer déjà largement ouverte en Provence, entre la longitude d'Aix et de Marseille à l'Est, et le pied des chaînes calcaires des Cévennes à l'Ouest, s'élargissait encore davantage un peu plus au nord dans la région des chaînes subalpines de la Haute Provence, où elle occupait son maximum de largeur entre Orange et Digne, puis se rétrécissait rapidement à partir de Nyons, en même temps qu'elle s'écartait complètement du Rhône actuel pour se reporter au pied et dans l'intérieur de la zone des chaînes subalpines du Dauphiné. Réduite à un bras de mer étroit, compris approximativement entre Voiron et Grenoble, elle devait s'élargir à nouveau à l'entrée de la plaine suisse, mais les érosions l'ont en entier fait disparaître au pied des Alpes, dans la région du lac de Genève, pour n'en laisser subsister que quelques lambeaux conservés dans les plis du Jura français et suisse. Le bord d'extension maximum dans la direction de l'ouest paraît devoir être tracé par une ligne passant par Voiron, Belley, St-Claude, Pontarlier, pour se recourber ensuite à l'est dans le Jura suisse.

IV. — Mollasse sableuse (avec faciès de Schlier a la base).

Aux couches calcaires de l'horizon à *Pecten præscabriusculus*, succède une puissante série de *sables* et de *grès*, à faune peu caractérisée dans son ensemble, et indiquant un grand *faciès de charriage* dans le bassin du Rhône, vers le milieu du Miocène. On voit, en quelques points et à des niveaux variables, ce faciès sableux



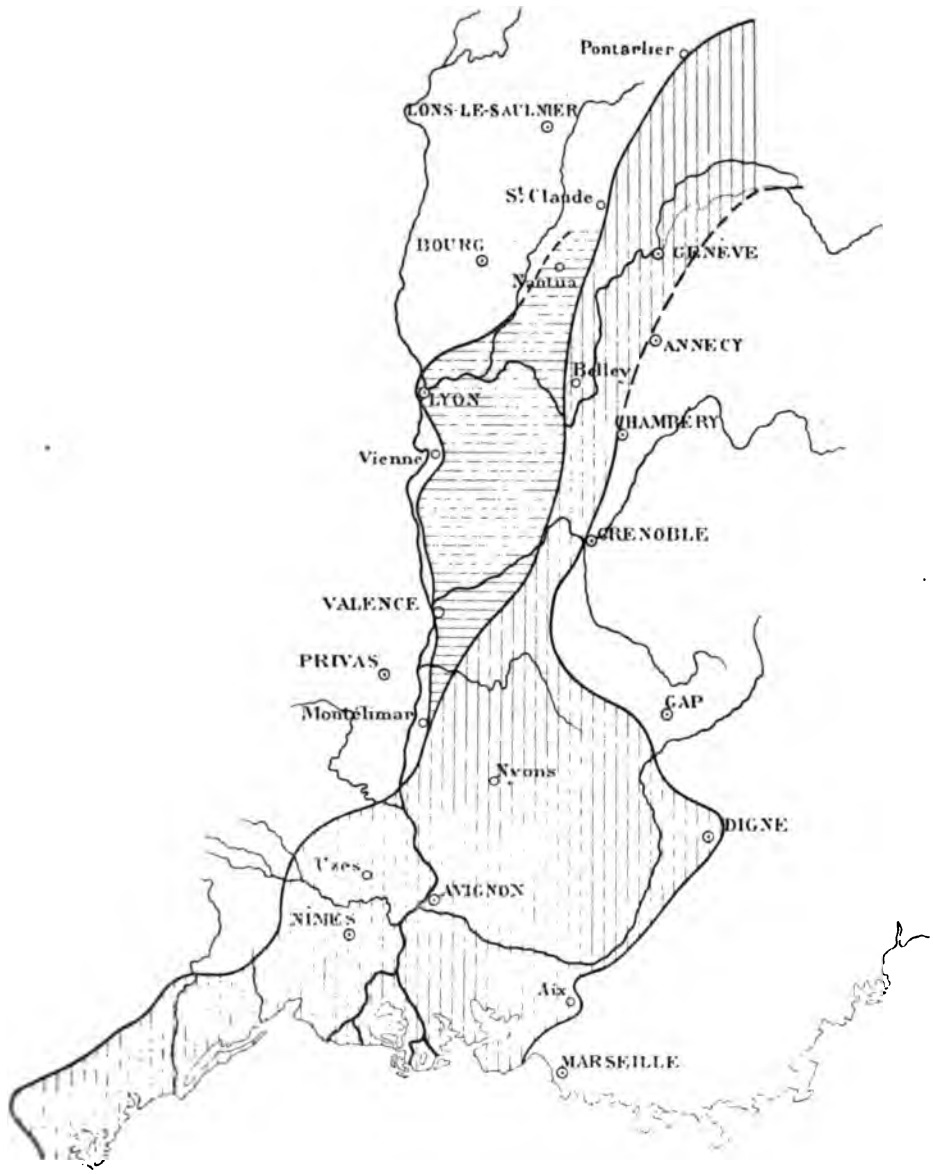


Fig. 1. — Carte montrant la transgression à l'ouest du 2e étage méditerranéen par rapport au 1er étage méditerranéen dans le bassin du Rhône.

Zone d'affleurement du 1er étage méditerranéen avec sa limite d'extension maximum du côté de l'est.

Zone de transgression du 2e étage méditerranéen avec sa limite d'extension maximum à l'ouest.

argile bleue fine, micacée, avec *Schizaster Parkinsoni* Ag., identique d'aspect au Schlier (dont elle ne contient pas cependant la faune si spéciale); et une *zone supérieure*, composée de sables jaunâtres siliceux et micacés, plus ou moins grossiers, consolidés à diverses hauteurs en lits gréseux minces qui forment des entablements en saillie au milieu des sables meubles; ce système gréseux est désigné localement sous le nom de *safre* et sa faune très pauvre se compose de débris de Balanes, d'Huîtres et de petits Pectinidés (*P. ventilabrum* Goldf.).

Plus au Nord, dans le Comtat, la zone inférieure des argiles bleues, à faciès de *Schlier*, prend, dans la plaine d'Avignon, une extension considérable (Villeneuve d'Avignon, tunnel de St-Saturnin), et les fossiles assez rares que l'on y trouve sont surtout de petites espèces de *Pecten* (*P. Celestini*, *P. ventilabrum*); la zone supérieure gréseuse s'y montre également bien développée.

En remontant la vallée de la Durance, le *plateau de Cucuron* (1) montre un beau développement, sur au moins 200^{m} d'épaisseur, de cet étage sableux : à la base, on voit une première zone de sables plus ou moins marneux, caractérisés par les *Ostrea crassissima* et *gingensis*, auxquels succède une masse épaisse des sables ferrugineux à *Pecten Fuchsi* Font., *P. substriatus* d'Orb., *Amphiope perspicillata* Desor, Balanes, Bryozoaires, dents de squales. Le faciès marneux du Schlier manque dans cette région. En revanche, un peu plus à l'est, de Pertuis à Mirabeau et à Beaumont (2), on voit s'intercaler au milieu des sables à *Ostrea crassissima* une épaisse lentille de marnes et de calcaires lacustres, contenant une riche faune de mollusques continentaux, tels que :

Helix moguntina Desh.
— *sulcata* Klein.
Cyclostoma Draparnaudi Math.
Glandina inflata Reuss.

l'horizon sableux décrit dans ce chapitre, et toujours aussi peu fossilifère. A Reillanne, on y voit une grande quantité de moules de Dimyaires et de gros moules très reconnaissables de *Pyrula cornuta* Ag.

Dans le Haut-Comtat-Venaissin ou *bassin de Visan* (1), on voit, comme à Cucuron, succéder à la mollasse calcaire de St-Paul-Trois-Châteaux, d'abord des grès et des sables plus ou moins marneux à *Ostrea crassissima* et *Gingensis*, avec une faune assez spéciale de Pectinidés (*Pecten diprosopus* Font., *suzensis* Font., *camaratensis* Font., *amœbeus* Font., *pusio* L., *sub-Holgeri* Font., et des moules nombreux de Bivalves et de Gastropodes; le faciès de cette première zone, quoique assez marneux à certains niveaux, l'est cependant moins qu'autour d'Avignon, et se rapproche beaucoup moins ainsi du faciès du Schlier, dont il occupe cependant le niveau. Au dessus viennent, comme dans la vallée de la Durance, les sables ferrugineux à *Pecten Fuchsi* Font., *Pecten Celestini* Mayer, *P. Escofferæ* Font., *Amphiope perspicillata*, Bryozoaires, que surmonte à son tour un niveau assez constant de grès lumachelle à *Cardita Michaudi* Tourn., où apparaissent déjà quelques espèces du *deuxième étage méditerranéen* et des *faluns de Touraine*, telles que *Pollia exsculpta* Duj., *Conus canaliculatus* Broc., *Turritella bicarinata* Fischer, mais point encore la *Cardita Jouanneti*. Ensuite le faciès sableux reprend encore sous la forme des *sables et grès à Terebratulina calathiscus* Fisch. et Tourn., *Thecidea testudinaria* Mich., avec quelques rares débris de Pectinidés (*Pecten Celestini* Mayer, *P. pusio* L., *P. Escofferæ* Font.), des Patelles et des Balanes : c'est la faune dite du *Moulin-à-Vent* de Visan, qui se retrouve, à peu près identique, vers le sommet des sables marins du Dauphiné (Montvendre, Feyzin, St-Fons), et que ses caractères paléontologiques, quoique peu précis, rattachent au groupe sableux qu'elle termine dans le bassin de Visan.

Dans la vallée de la Drôme ou *bassin de Crest* (2), la succession est à peu près la même. Au-dessus de la mollasse marno-calcaire d'Autichamp, le faciès sableux débute par les sables et grès à *Ostrea crassissima*, que surmontent des sables ferrugineux ou marneux couronnés à leur tour par le grès à *Cardita Michaudi* (Grane, Etoile), identique à celui du bassin de Visan. Enfin les sables à *Terebratulina calathiscus* terminent la série sableuse et contiennent près de Montvendre la faune de Pectinidés et de Patelles du

(1) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, fasc. III, p. 36.
(2) FONTANNES, *Etudes stratigraphiques*, fasc. VI, p. 110.

Moulin-à-Vent de Visan. La base de cette dernière zone prend un faciès de marnes sableuses grisâtres qui rappelle le *Schlier* d'Istres et d'Avignon, mais appartient certainement à un niveau stratigraphique un peu plus élevé.

Dans le Bas-Dauphiné septentrional (plateaux du Viennois, Lyonnais), les zones inférieures de la mollasse sableuse n'affleurent qu'au pied même des chaînes subalpines où elles prennent part au relèvement subi par la mollasse à *Pecten præscabriusculus* (Saint-Nazaire-en-Royans), tandis que les sables supérieurs à *Terebratulina calathiscus* occupent, sur une épaisseur qui peut atteindre 250 mètres (sondage de Toussieu), tout le fond de la vallée du Rhône. Ces sables contiennent vers leur partie supérieure (Tersanne, Feyzin, St-Fons), une faunule spéciale déjà signalée à Visan et à Montvendre et où dominent les petites espèces suivantes :

Terebratulina calathiscus Fisch. et Tourn.
Thecidea testudinaria Mich.
Argiope decollata Chemn.
— *cistellula* Wood.
Ostrea crassissima Lam.
Lima squamosa Lam.
Pecten Celestini Mayer.
Pecten substriatus d'Orb.
Patella Chantrei Locard.
Tetraclita Dumortieri Fisch. et Tourn.
Balanus porcatus de Costa.
Pinces de *Portunus*.
Dendrophyllia Collongeoni Thiol.
Nombreux bryozoaires.
Dents de squalidés.

Cette même faune, connue sous le nom de *faune de St-Fons*, près Lyon, se retrouve, avec l'adjonction de quelques espèces plus littorales de Gastropodes (*Fusus*, *Chenopus*, *Trochus* à l'état de moules), dans des couches d'un conglomérat grossier ferrugineux qui, à Lyon même, nivelle les inégalités de la falaise gneissique (gare St-Paul, promontoire de la Croix-Rousse), appartenant au rebord oriental du Plateau Central.

on a signalé à Coligny (Ain), près de la limite du département du Jura, la présence de dents de squales dans une mollasse sableuse grossière qui affleure en couches verticales dans cette localité. Mais il n'est pas absolument certain que ces sables appartiennent réellement à la mollasse marine, de sorte que les dents de *Lamna* ne s'y trouveraient qu'à l'état *remanié*.

Dans l'intérieur des chaînons du Jura, notamment à St-Martin-de-Bavel, la mollasse sableuse succède régulièrement à la mollasse à *Pecten præscabriusculus*. Au-dessus des dernières couches de mollasse marneuse grise appartenant encore à cet horizon (voir plus haut), Benoît (1) indique seulement un grès grossier, pétri de débris de coquilles, parmi lesquelles dominent *Ostrea crassissima*, des Pecten, des Balanes, des Bryozoaires; cette couche correspond évidemment à l'extrême base de la mollasse sableuse et il est probable que les horizons plus élevés de cette mollasse ont été emportés en ce point par l'érosion. Il est possible que ces sables supérieurs aient été conservés en partie dans le grand synclinal de la vallée du Rhône, où ils se montrent sur une grande épaisseur entre Bellegarde et Culoz, mais leurs relations stratigraphiques avec les horizons inférieurs de la mollasse n'ont pu être précisées en ce point, ce qui, joint à la rareté des fossiles, empêche de se prononcer à leur égard avec quelque certitude.

Dans les divers lambeaux du Jura français (voir plus haut) la mollasse sableuse a dû être en grande partie emportée par l'érosion, et on n'en voit plus que de faibles lambeaux au-dessus des mollasses plus dures de l'horizon à *Pecten præscabriusculus*.

Si l'on trace sur la carte (fig. 1) les limites d'extension de la mollasse sableuse, on voit que cet horizon a recouvert non seulement toute la région dans laquelle affleure la mollasse marno-calcaire (en tenant compte des érosions qui ont emporté les sables sur une foule de points), mais que, dans la partie moyenne de la vallée du Rhône, elle a dépassé transgressivement vers l'Ouest et le Nord cette même limite. La ligne d'extension maximum de la mollasse sableuse s'écarte de celle de la mollasse marno-calcaire à partir de la vallée de la Drôme, suivant d'une manière très approchée le bord des terrains cristallins du Plateau Central, sur lesquels elle s'appuie directement à Tain, à Saint-Vallier, à Vienne, à Lyon. Dans tous ces nombreux points de contact entre la mollasse sableuse et les roches cristallines, le faciès est bien celui d'une véritable falaise, avec blocs et conglomérats grossiers, ne laissant aucun doute sur

(1) BENOIT, *B. S. G. F.*, 2e sér., t. 16, p. 372.

la réalité de cette transgression. De même à la Grive Saint-Alban, à 30 kilomètres au Sud-Est de Lyon, les sables les plus élevés du Miocène marin passent transgressivement sur les fentes du calcaire bathonien, remplies d'une argile ferrugineuse à minerai de fer pisolithique, dans laquelle se retrouvent les débris d'une riche faune de Vertébrés miocènes qui ont vécu en ce point pendant la période d'émersion de ce plateau calcaire.

On verra également que les traces de cette transgression se retrouvent également en Suisse et dans le Wurtemberg.

V. — Mollasse supérieure a Cardita Jouanneti.

Après cet épisode de charriage, représenté par ce puissant dépôt de sable et de grès, le faciès du Miocène marin se modifie, dans le midi de la vallée du Rhône au moins, à la fois par le retour de l'élément marneux et calcaire et par l'apparition d'une faune nouvelle, caractérisée surtout par la *Cardita Jouanneti*, par l'abondance d'*Ancilla glandiformis*, de Pleurotomes (*Clavatula Jouanneti, calcarata, asperulata*, etc.), des *Nassa*, (*N. cabrierensis*) précurseurs du type *N. semistriata* pliocène, etc.

Ces couches supérieures de la mollasse marine sont particulièrement bien développées et fossilifères dans le bassin de la Durance (Cucuron, Baudument), et dans celui de Visan, et les espèces les plus caractéristiques de cette faune nouvelle sont les suivantes :

Murex Dujardini Tourn.
— *striæformis* Mich.
Pollia exsculpta Duj.
Eburna provincialis F. et T.
Turritella bicarinata Fich.
— *pusio* F. et T.
Proto rotifera Lam.
Magalia cabrierensis F. et T.

L'ensemble de cette faune présente une très grande analogie avec la faune de Tortone, de Saubrigues et de l'ensemble du *deuxième étage méditerranéen* du bassin de Vienne.

Si l'on veut suivre la distribution géographique de ce nouvel étage, suivant l'ordre adopté dans les chapitres précédents, on commence à le rencontrer dès la côte de Provence (1), où il constitue la mollasse rose calcaréo-gréseuse de la Couronne à *Pecten gallo-provincialis* Math., *scabriusculus* Math., *Cardita Jouanneti* Bast., *Clypeaster*, *Echinolampas*, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 7 à 8 mètres.

Dans la région de l'étang de Berre (2), le même horizon est représenté par la mollasse calcaréo-gréseuse de Sulauze et de Miramas, superposée au système gréseux du *safre* et contenant, outre les *Pecten scabriusculus* et *planosulcatus*, plusieurs des Gastropodes de la *faune de Cabrières*, tels que : *Murex striæformis*, *Nassa cabrierensis*, *N. cytharella*. L'épaisseur de l'assise atteint ici 15 à 20 mètres et son faciès est très uniforme.

C'est dans la vallée de la Durance, aux environs de Cucuron (3), que la mollasse à *Cardita Jouanneti* se présente avec son plus beau développement. Elle y comprend une assise inférieure calcaréo-gréseuse ou *mollasse de Cucuron* (4), où dominent avec les Huîtres et les grands *Pecten* (*P. solarium*, *planosulcatus*, *scabriusculus*, *nimius*, *etc.*), les Oursins (*Echinolampas hemisphæricus*, *Scutella subrotundata*), les Bryozoaires, les Nullipores, qui impriment à ces couches une sorte de *faciès récifal* analogue à celui du *Leitkakalk* de Vienne ; la *Cardita Jouanneti* s'y rencontre déjà en abondance et de grande taille. Une assise supérieure est constituée par les *marnes bleuâtres de Cabrières d'Aigues*, riches en Gastropodes, dont les principaux ont été indiqués dans la liste ci-dessus, et contenant de nombreux galets de rivage percés par les *Pholas*, *Parapholas*, *Gastrochœna*, *Sphenia*, *Lithodomus*, dont les coquilles sont encore en place dans ces galets. Un banc de grandes *Ostrea crassissima* surmonte l'assise marneuse et le faciès marin du miocène se termine par quelques mètres de sables fins, jaunâtres, où l'on n'a recueilli jusqu'ici que quelques débris de Pectinidés.

L'horizon de Cabrières se poursuit à l'Est en remontant la vallée de la Durance, notamment à Mirabeau, où il consiste en marnes

(1) FONTANNES et DEPÉRET, *Etud. stratig.*, fasc. X, p. 41.
(2) Id., p. 61.
(3) FONTANNES, *Etud. stratig.*, fasc. IV.
(4) FISCHER, *B. S. G. F.*, 3e sér., t. 7, p. 218.

sableuses fossilifères alternant avec des bancs gréso-caillouteux, de faciès très littoral. M. Kilian (1) a fait connaître son existence encore plus loin dans le bassin de Forcalquier-Digne, notamment à Volonne, la Forest, Baudument, sous la forme d'une mollasse sableuse alternant avec des grès et cailloutis et contenant la faune de Cabrières : *Turritella bicarinata*, *pusio*, *Clavatula calcarata*, etc. L'extension de l'étage à *Cardita Jouanneti* dans le bassin de la Durance semble donc avoir été la même que celle des étages inférieurs et moyens de la mollasse marine.

Si l'on continue de remonter la vallée du Rhône, on retrouve dans le Haut-Comtat, aux environs de Visan (2) l'horizon à *Cardita Jouanneti*, développé sous un faciès un peu différent de celui de la Durance et presque entièrement sableux. Sur les sables à *Terebratulina calathiscus* de l'horizon précédent, repose une première assise de marnes sableuses, assez compactes à la base (20-25 m.) caractérisées par l'abondance du *Pecten Vindascinus* Font., et où apparaissent *Cardita Jouanneti* et d'autres espèces de la faune de Cabrières, telles que *Ancilla glandiformis*, *Natica euthele*, *Pecten cavarum*, *P. nimius*. Par tous ses caractères, cette assise se rattache aux couches superposées, que caractérise dans leur ensemble *Cardita Jouanneti*, mais cette espèce est représentée à ce niveau par une forme de petite taille, et elle n'est destinée qu'à acquérir un peu plus haut son maximum de développement à la fois individuel et numérique.

Les couches supérieures de Visan sont entièrement sableuses et contiennent la plus grande partie de la faune des marnes de Cabrières, à laquelle viennent s'adjoindre quelques espèces lacustres et continentales (*Helix delphinensis* Font., *Gualinoi* Mich., *Limnæa heriacensis* Font., *Planorbis heriacensis* Font., *Hydrobia avisanensis*

vendre, Romans) le faciès des sables à *Terebratulina calathiscus* du sommet de l'horizon n° IV (voir plus haut) se continue jusqu'au sommet du Miocène marin ; les sables deviennent seulement plus fins, plus marneux et passent ainsi insensiblement aux couches d'eau douce du Miocène supérieur.

Il en est à peu près de même dans la vallée de Galaure, à Tersanne (1), où les *sables à Brachiopodes*, épais de 70 mètres, passent insensiblement en devenant plus fins et plus argileux à une zone plus littorale (*niveau des Ponçons*) où l'on trouve associée à *Nassa Michaudi* une assez riche faune marine littorale, analogue à celle de Cabrières et de Saint-Génis d'Aoste (voir plus bas).

Plus au nord, dans le Viennois (2), la mollasse à *Terebratulina calathiscus*, qui, à Vienne, repose sur le gneiss et affecte un faciès grossier et littoral, montre également un passage graduel aux sables d'eau douce supérieurs par l'intermédiaire d'une zone ferrugineuse, à concrétions de manganèse, qui, dans tout le plateau d'Heyrieu, contient la faune saumâtre et continentale de la zone à *Nassa Michaudi*.

Enfin il en est de même à Lyon, sur l'ancien rivage gneissique de la mer de la mollasse, où une faune très analogue dans son ensemble à la *faune de Saint-Fons* se trouve dans un conglomérat ferrugineux, où M. Falsan (3) a découvert au pont du Vernay, dans la vallée de la Saône, avec le *Nassa Michaudi*, une partie des espèces de la faune marine de Tersanne (Drôme).

On voit en résumé que, dans la région dauphinoise, le faciès des *sables à Terebratulines* monte plus haut que dans le bassin de Visan, de sorte que la partie supérieure de cet horizon sableux doit correspondre aux couches à *Cardita Jouanneti*, c'est-à-dire à la faune *tortonienne* de Cabrières. En effet, il existe vers le sommet de ces sables, un peu à l'Est de Lyon, dans les environs de Saint-Génis d'Aoste, à Chimilin, Veyrins, Bas-Leyssin, à quelques mètres de distance verticale au-dessous de la zone à *Nassa Michaudi* (4) et par conséquent à 70^{m} environ au-dessus de Saint-Fons, divers gisements

(1) Fontannes, *Etud. stratig.* — Le vallon de la Fuly, p. 9.

(2) Id., p. 13.

(3) Falsan, Introd. stratig. à l'étude des Tufs de Meximieux (*Arch. Mus. Lyon*, t. I, p. 14).

(4) Les sables à Terebratulines sont à St-Fons à l'altitude de 170^{m} environ ; le conglomérat ferrugineux de la mollasse marine s'élève sur le gneiss de la Croix Rousse jusqu'à 185^{m} ; la zone fossilifère de St-Génis d'Aoste est à 229^{m} ; la base de la zone à *Nassa Michaudi* est à 253^{m} à Heyrieu, à 250^{m} à Bourgoin ; ces chiffres donnent une idée de la succession des zones et de leurs épaisseurs aux environs de Lyon.

d'une petite faunule marine assez riche dont Fontannes (1) a publié la liste suivante :

Murex nodosus Bell. var.
— *cristatus* Broc.
— *bifrons* Tourn.
* *Pollia exsculpta* Duj.
* *Nassa conglobata* Broc.
* — *Dujardini* Desh.
* — *acrostyla* F. et T.
— *Falsani* Tourn.
* *Ancilla glandiformis* Lam.
* *Pleurotoma asperulata* Lam.
Columbella curta Duj.
* — *porcata* F. et T.
Erato lævis Don. ?
* *Turritella bicarinata* Eichn.
Serpulorbis arenarius L.
* *Turbo muricatus* Duj.
Trochus Tholloni Mich.
Calyptræa chinensis L.
Fissurella italica Defr.
Helix delphinensis Font.
— *abrettensis* Font.
Planorbis heriacensis Font.
Auricula Lorteti Font.
* *Pecten improvisus* F. et T.
— *(P. scabrellus* in Font.)
— *pusio* L.
Lima plicata Lam.
Mytilus sp. ?
Arca barbata L.
* — *turonica* Duj.
— *lactea* L.
Pectunculus glycimeris L.
Cardita Michaudi Tourn.
Venus umbonaria Lam.
— *Haidingeri* Hörn.
Mactra triangula Ren.
* *Eastonia rugosa* Chemn.
Solen cf. *marginatus* Pult.

Cette faune a, dans son ensemble, une très grande analogie avec celle de Cabrières (les espèces communes ont été marquées d'une astérisque) au point qu'il n'est guère possible de douter de leur parallélisme, malgré l'absence en Dauphiné de *Cardita Jouanneti*, peut-être en raison du faciès sableux de l'étage. La faune des Ponçons à Tersanne (Drôme) en est sans doute aussi très voisine comme niveau, malgré la présence de *Nassa Michaudi*, espèce destinée à caractériser surtout la zone saumâtre qui est à la base de l'étage suivant.

à cette opinion en montrant le faciès d'estuaire de cet horizon dans le Bas-Dauphiné. On verra plus loin du reste que l'horizon tortonien fait également défaut dans toute la Suisse et ne se retrouve à l'Est que dans le bassin de Vienne.

VI. — Miocène supérieur, saumâtre, d'eau douce et fluviatile

Là finissent dans tout le bassin du Rhône, les faciès franchement marins du Miocène, auxquels succèdent des couches d'abord saumâtres, ensuite lacustres, et enfin fluviatiles, qui montrent la dessalure progressive des eaux et l'installation dans cette vallée d'un régime de plus en plus continental.

Dans la Provence maritime, ces couches du Miocène supérieur font entièrement défaut, soit qu'elles ne se soient jamais déposées, soit, ce qui est plus probable, qu'elles aient été emportées par l'érosion.

Les affleurements les plus méridionaux se voient aux environs d'Aix-en-Provence (1), où les couches supérieures de la mollasse marine sont surmontées, au-dessus de la tranchée de la gare du chemin de fer, au moulin de St-Jérôme, à la montée d'Avignon, etc., par des marnes blanchâtres ou grises avec *Helix Christoli* Math., *Helix Dufrenoyi* Math., Planorbes, Néritines, passant en haut à des marnes rouges à *Hipparion* et *Tragocerus amalthæus ;* l'épaisseur de ces couches lacustres ne dépasse pas une dizaine de mètres.

Par l'intermédiaire des affleurements du plateau de la Trévaresse, entre le Lar et la Durance, les couches d'eau douce d'Aix se relient aux terrains classiques du plateau de Cucuron (2), illustrés par les travaux de MM. Fischer, Tournouër, Gaudry, Fontannes. La coupe comprend, au-dessus du Tortonien marin : une première assise de marnes grises, de faciès saumâtre, avec *Melanopsis narzolina* Bon., *Neritina Dumortieri* Font., devenant plus blanches et plus calcaires à la partie supérieure, où la faune prend un faciès fluviatile et terrestre : *Helix Christoli* Math., *Succinea primæva* Math., *Planorbis Mantelli* Dunc. (= *præcorneus* F. et T.), *Pl. Matheroni* F. et T., *Bithynia leberonensis* F. et T., *Limnæa cucuronensis* Font., *L. Deydieri* Font., *Glandina inflata* Reuss., *Castor Jægeri* Kaup., *Hipparion gracile* Kaup. Puis le faciès lacustre a fait place au faciès continental de *limons rouges* avec *lits caillouteux*, qui sont le gisement

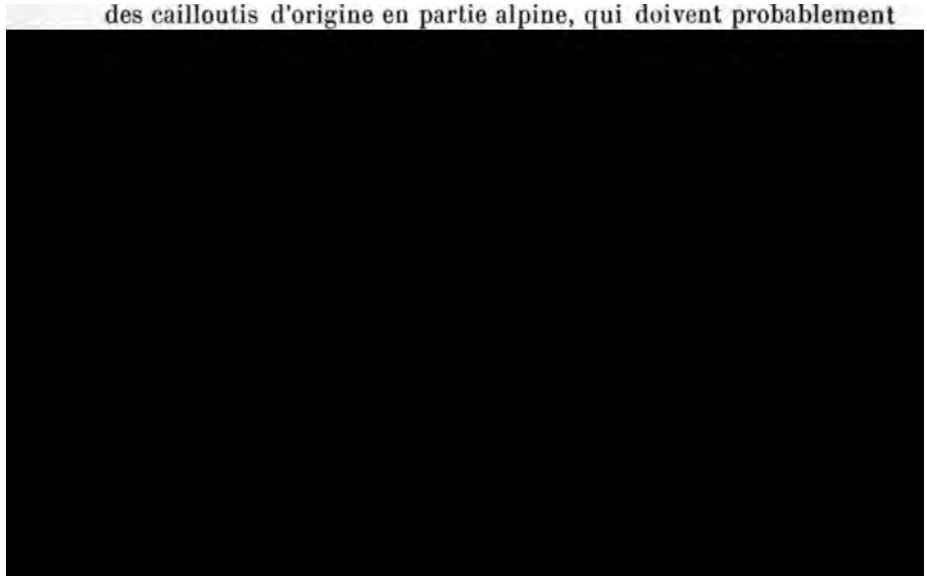
(1) Collot, Descr. géol. des envir. d'Aix-en-Provence, p. 117.
(2) Gaudry, Les animaux fossiles du mont Leberon (Vaucluse).

de la belle faune de Vertébrés décrite par M. Gaudry. Dans le milieu de ces limons se montre une récurrence de *marnes lacustres* contenant les mêmes mollusques que l'assise inférieure, et enfin le faciès continental reprend le dessus et devient même presque exclusivement torrentiel et caillouteux à la fin de l'étage.

Ces *limons rouges* et les *cailloutis impressionnés* qui les accompagnent ne sont pas limités aux environs de Cucuron ; ils forment en remontant la vallée de la Durance une vaste nappe, qui a participé aux derniers plissements alpins (Cucuron, Mirabeau, Gréoulx), nappe qui dessine le cours d'une Durance miocène peu différente par son parcours de la basse Durance actuelle, depuis le bassin de Digne jusqu'à la plaine du Vaucluse.

Il faut ensuite remonter — à cause des énormes érosions qui ont affecté les couches élevées du miocène — jusque dans le *bassin de Visan* (1) pour retrouver un nouveau témoin des couches d'eau douce du Miocène supérieur. Un puissant îlot de ces couches a été épargné entre Valréas, Nyons et Visan, entouré de tous côtés par des vallées d'érosion, et se relie au Sud au petit massif de Mirabel, Buisson, Caïranne, qui n'en est qu'un tronçon isolé.

Au-dessus du banc d'*Ostrea crassissima* par lequel se termine, dans le bassin de Visan, l'étage marin à *Cardita Jouanneti*, on voit une alternance de sables fins et de marnes, entremêlés de lits et de lentilles de fer hydraté, de fragments de bois ferrugineux, de couches plus ou moins continues de lignite, avec des moules abondants, mais mal conservés d'*Helix*, des dents et des ossements d'*Hipparion gracile*, des plaques de *Tortues*, etc. Ces formations sablo-marneuses, parallèles aux couches à *Helix Christoli* et aux limons à *Hipparion* de Cucuron, sont couronnées, comme dans le bassin de la Durance, par des cailloutis d'origine en partie alpine, qui doivent probablement



(Planorbes, Limnées, Hélices) et M. Sayn y a recueilli à Chabeuil, des débris de mammifères de la faune à *Hipparion*.

Au-dessus de ces marnes, le petit lambeau synclinal de Montvendre montre des sables fins, blanchâtres, alternant avec des lits sablo-marneux, où M. Sayn a recueilli la belle faune suivante, décrite par Fontannes (1) :

Melanopsis Kleini Kurr. var.
Parmacella Sayni Font.
Helix delphinensis Font.
— *Gualinoi* Mich. var.
— *valentinensis* Font.
— *Escoffieræ* Math.
Planorbis heriacensis Font.
— *Thiollierei* Mich.
— *Matheroni* F. et T
— *Bigueti* Font.
Limnæa heriacensis Font.
Ancylus Neumayri Font.
Vivipara aff. *Neumayri* Brus.
Bithynia leberonensis F. et T.
Hydrobia avisanensis Font.
Valvata Sayni Font. (= *Sibinnensis* Brus.)
— *dromica* Font.
— *hellenica* Tourn. var.
Neritina Grasi Font.
Unio flabellatus Goldf. var.
— *Sayni* (= *atavus* Partsch) Font.
— *Capellinii* Font.
— *Veneria* Font.
Sphærium Loryi Font.

Cette faune a, dans son ensemble, une très grande analogie avec la faune de l'horizon saumâtre à *Nassa Michaudi* du Dauphiné, qu'elle permet de relier, à l'aide de plusieurs espèces communes (*Bithynia leberonensis, Planorbis Matheroni*), à la faune des calcaires à *Helix Christoli* du Leberon.

Dans le Dauphiné septentrional (vallée de la Galoure, collines du Viennois, plateau d'Heyrieu, etc.), le faciès sableux à Terebratulines qui s'élève jusqu'au sommet du Miocène marin fait place à une assise de sables gris ou ferrugineux, parfois grossiers, à stratification tourmentée, que Fontannes (2) a décrite sous le nom de *sables à Nassa Michaudi*, à cause de l'abondance de cette espèce marine. La faune est, dans son ensemble, de faciès saumâtre, et indique nettement l'existence de lagunes littorales peu salées ; les espèces fluviatiles ou terrestres proviennent surtout de galets marneux entraînés au sein de ces sables saumâtres.

Nassa Michaudi Thiol.
Melanopsis buccinoïdea Fér.
Auricula viennensis Font.
— *Lorteti* Font.
Melampus Dumortieri Font.
Bithynia tentaculata L. var.
Valvata vallestris Font.
Helix Chaixi Mich. var.
— *Gualinoi* Mich.
Helix delphinensis Font.
— *Escoffieræ* Font.
Triptychia sp.
Limnæa heriacensis Font.
Planorbis Thiollierei Mich.
— *heriacensis* Font.
— *submarginatus* Christ.
Cyclostoma Falsani Font.
Dendrophyllia Colongeoni Christ.

(1) FONTANNES, *Et. stratig.*, fasc. VI, p. 119.
(2) FONTANNES, *Et. stratig.*, fasc. I.

On rencontre aussi fréquemment dans cette assise des ossements et des dents d'*Hipparion gracile* Kaup.

Au-dessus de cette zone saumâtre, qui peut atteindre au maximum une quinzaine de mètres d'épaisseur, le faciès fluviatile et continental se substitue au faciès saumâtre dans une épaisse masse de 100 à 125 mètres, marneuse à la base (il y a en général trois niveaux marneux plus ou moins distincts), sableuse à la partie supérieure. Ces couches contiennent quelques coquilles d'eau douce et terrestres identiques à celles de la zone à *Nassa Michaudi* et, à St-Jean-de-Bournay, dans la couche marneuse inférieure de l'assise, une belle faune de Mammifères de la faune à *Hipparion*. Enfin il est probable qu'une bonne partie des cailloutis alpins qui couvrent les hauts plateaux du Bas-Dauphiné appartiennent encore au Miocène et représentent l'assise des *cailloutis impressionnés de la Durance*; en se dirigeant à l'est vers La Tour-du-Pin, on voit en effet des cailloutis s'intercaler dans des *marnes à lignites* identiques à celles des environs d'Heyrieu, et contenant quelques rares débris de Mammifères miocènes.

Sur le promontoire de la Croix-Rousse, à Lyon (1), la mollasse marine est surmontée, sans l'intermédiaire d'une zone saumâtre à *Nassa Michaudi*, par une épaisseur de 12 mètres de sables fins, d'eau douce, avec *Unios* à la partie supérieure. Au-dessus de ces sables se développe une assise de marnes blanches, argileuses, ligniteuses, qui forment la partie la plus intéressante de la coupe. En effet cette assise marneuse, qui était à peine ébauchée sur les plateaux du Viennois, prend ici une épaisseur de 22 mètres et contient une belle faune de Mollusques fluviatiles et terrestres dont Fontannes donne la liste suivante :

du Jura, aux plissements desquels il a pris part. A Varambon, près Pont-d'Ain, on ne voit guère que des sables fins d'eau douce identiques à ceux du Dauphiné. Mais, un peu au nord d'Ambérieu, on voit, relevée contre le bord du Jura, une large bande de marnes lignitifères (Douvres), qui, à Saint-Jean-le-Vieux, contiennent, avec le *Dinotherium : Valvata Sayni* Font., *Bithynia leberonensis* F. et T., c'est-à-dire la faune de Montvendre. Cette bande pénètre dans le synclinal de la vallée de Suran jusqu'à Villereversure (Ain), où a été recueilli *Helix Larteti* Boissy. A Soblay, près Pont-d'Ain, les exploitations de lignite ont fourni une belle faune de Vertébrés terrestres, identiques à ceux de Saint-Jean-de-Bournay (Isère). On retrouve beaucoup plus au nord, au pied du Jura, à Vercia, près Beaufort (Jura), le prolongement de ces marnes à lignites miocènes.

Dans l'intérieur des chaînes du Jura français, le Miocène supérieur a été presque partout emporté par l'érosion. C'est seulement vers la frontière suisse, près Pontarlier (1), que se montrent, au fond des synclinaux des Lavaux et des Verrières françaises, des couches d'eau douce miocènes, qui, dans ce dernier bassin, surmontent la mollasse marine (voir plus haut). M. Dollfus admet dans ces horizons d'eau douce la succession suivante de haut en bas :

3. Marne calcaire des Lavaux, de la Vorbe à *Helix sylvana* Kl.
2. Argile rouge à *Helix Larteti* Boissy, des Verrières.
1. Marne grise et mollasse à *Melanoïdes Escheri* Brongn., des Verrières.

Mollasse marine à *Pecten præscabriusculus*.

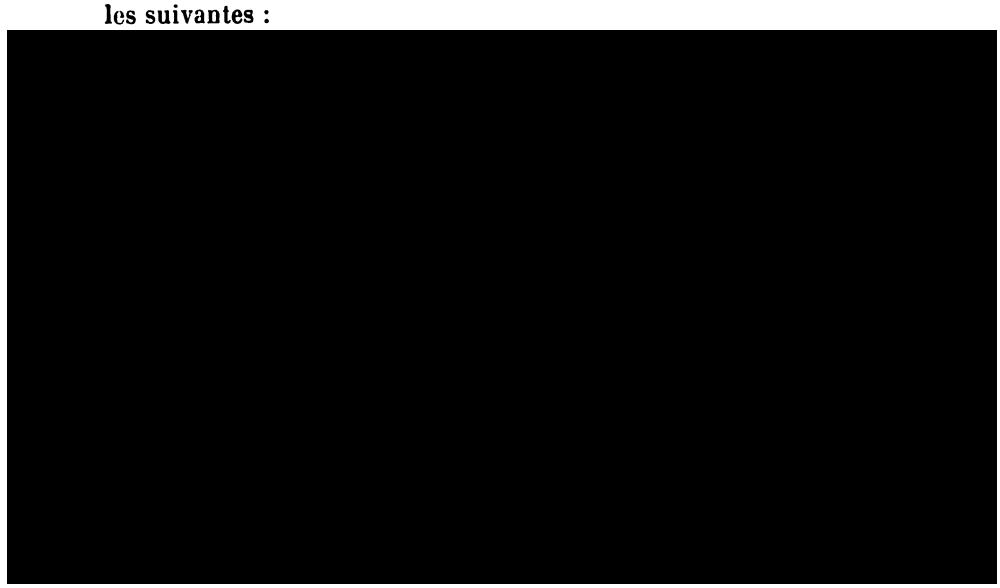
La superposition presque directe de ces horizons d'eau douce (par l'intermédiaire de quelques mètres de mollasse sableuse) sur la zone à *Pecten præscabriusculus* permet de penser, avec M. Dollfus, que les niveaux 1 et 2 au moins de la coupe précédente représentent les couches marines supérieures du bassin du Rhône, c'est-à-dire l'étage *tortonien*, tandis que le niveau n° 3 seulement répondrait aux couches à *Hipparion gracile*, c'est-à-dire à la mollasse d'eau douce sableuse du Dauphiné. Le faciès des couches des environs de Pontarlier est donc tout à fait semblable au faciès des dépôts suisses qui seront étudiés plus loin.

(1) Dollfus, *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XV, p. 179.

VII. Couches a Congeria sub-Basteroti.

Les formations fluviatiles et continentales qui terminent l'étage précédent indiquent une régression complète des eaux marines dans le bassin du Rhône, vers la fin du Miocène. Mais alors se produisirent dans cette région, probablement par suite d'un abaissement général des lignes de rivage dans le bassin de la Méditerranée, de puissants phénomènes de ravinement qui ont entaillé dans la masse du Miocène lacustre et marin des vallées identiques, pour la plupart au moins, à nos vallées actuelles. C'est dans le fond des thalwegs ainsi constitués que s'est produite un peu plus tard la transgression pliocène qui a amené les eaux de la Méditerranée jusqu'aux portes de Lyon.

Mais en quelques points du midi de la vallée du Rhône, on observe au-dessous des premiers dépôts franchement marins de la mer pliocène, et en concordance complète avec eux, un certain nombre d'affleurements très restreints, en puissance et en étendue, de couches saumâtres, caractérisées par la présence de *Congeria*, de *Melanopsis* et de petits *Cardium* caspiques, c'est-à-dire par une faune de *faciès pontique*. Ces couches à Congéries, rudiment d'une formation si puissante dans le bassin du Danube et en Orient, ont été d'abord découvertes par M. Mayer (1) aux environs de Bollène (Vaucluse), puis retrouvées par Fontannes (2) dans la Drôme, à Saint-Pierre de Cénos et à Saint-Restitut dans l'Ardèche (3), à Saint-Michel et à Saint-Montant, et par Tournouër dans le Gard (4), à Théziers. Les principales espèces de cet horizon à Congéries sont les suivantes :



Au point de vue stratigraphique, les couches à Congéries du bassin du Rhône se relient intimement (1) aux formations pliocènes marines qui les surmontent, et auxquelles elles passent insensiblement, tandis qu'elles sont séparées du Miocène par une discordance importante due à de grands phénomènes de ravinement. Leurs caractères paléontologiques les rattachent, ainsi que l'a établi Fontannes, aux couches à Congéries d'Italie et de la Roumanie, et nullement aux couches à Congéries du bassin de Vienne, qui sont plus anciennes et correspondent à la base de l'étage pontique. Si l'on veut, en raison du faciès faunique, rattacher aussi les couches à Congéries de la vallée du Rhône à l'étage pontique, il faut du moins les considérer comme un terme tout à fait supérieur de cet étage, dont elles représentent seulement un court épisode, postérieur au grand phénomène fluviatile et continental indiqué par les graviers à *Hipparion*, et à titre de phénomène précurseur de grands effondrements pliocènes.

Le tableau ci-contre résume la succession des assises miocènes dans les différentes régions du bassin du Rhône, en dehors de toute tentative de classement théorique et de parallélisme avec les bassins étrangers. L'horizon des couches à Congéries (n° VII) n'y a pas été indiqué à cause de son peu d'étendue géographique et de sa discordance avec les autres termes du Miocène.

Faunes de Vertébrés miocènes du bassin du Rhone

Quelques-uns seulement des horizons ci-dessus énumérés contiennent des faunes de Vertébrés terrestres susceptibles de servir à des parallélismes à distance. Voici, dans l'état actuel des découvertes, quelle est la série de ces gisements :

Horizon I. — L'Aquitanien saumâtre n'a jusqu'ici fourni d'autre gisement que celui des lignites de Bois d'Asson, près Manosque, où l'on a trouvé les *Anthracotherium magnum* et *A. Hippoideum*, un Crocodile et une Tortue (*Platyemys Lachati* Sauvage).

Horizons II et III. — La faune terrestre de ces deux niveaux est inconnue dans la vallée du Rhône. La mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* (sommet de l'horizon n° III) est le gisement du *Squalodon Barriense* Jourdan (2), qui se retrouve au même niveau dans la Haute Autriche, à Linz.

(1) Depéret, *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 16, 1890.

(2) Jourdan, *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1861, t. 53, p. 969. — Lartet, *Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 315.

TABLEAU de la succession des ho

	CÔTE DE PROVENCE	RÉGION DE L'ÉTANG DE BERRE	PLATEAU DE CUCURON	BASSIN D FORCALQUIER-
VI	Manque.	Manque.	Cailloutis et limons à *Hipparion*. — Calcaires et marnes à *Helix Christoli* et *Melan. Narzolina*.	Cailloutis imp nés de la Dura lensole, les M denet) et calca custres interc
V	Mollasse rose gréseuse de la Couronne à *Pecten gallo-provincialis*.	Mollasse gréseuse de Sulauze, Miramas, à *Pecten plano-sulcatus* et *scabriusculus*.	Sables marins peu fossilifères. — Marnes de Cabrières à *Card. Jouanneti*. — Mollasse de Cucuron (faciès récifal).	Alternance de tis et de sables n à *Card. Jo* (Baudument, beau, etc.)
IV	Série sablo-marneuse à *Pecten Fuchsi* et moules de Bivalves, avec intercalation de faciès récifal à Bryozoaires à Sausset.	Sables et grès (Safre). — Argiles bleues sableuses d'Istres (fa-	Sables et grès à petits *Cardium*. — Sables à *Pecten Fuchsi* — Sables à *Ostrea crassissima*.	Sables et grès à *cornuta* (Re Forcalquier, e intercalations nes et calcaire tres à *Helix tina* et *Glandi taa cra s* [illegible] — *O. crassissin* base.

nes du bassin du Rhône

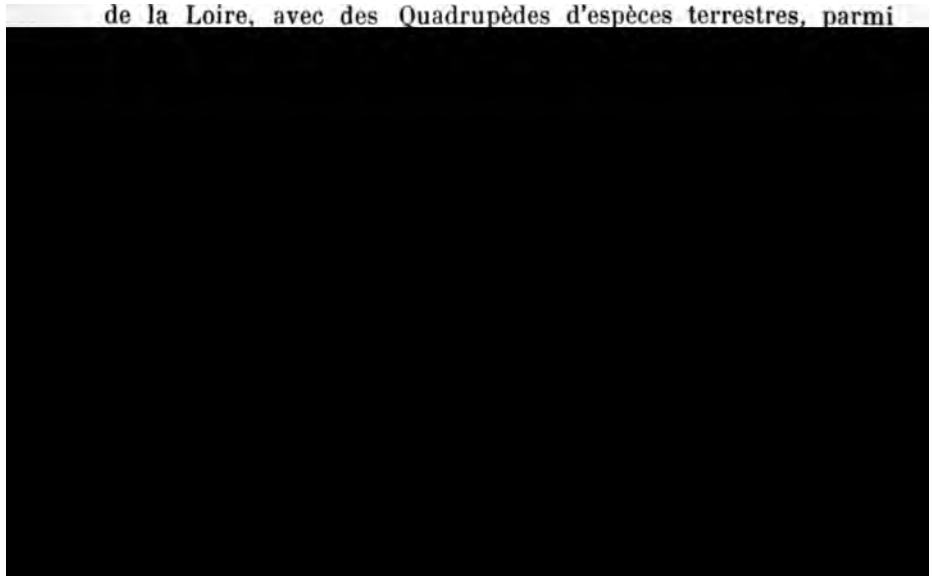
COMTAT N DE VISAN)	DRÔME (BASSIN DE CREST)	ISÈRE ET BAS-DAUPHINÉ (VIENNOIS, LYON)	AIN	DÉPARTEMENTS DU JURA ET DU DOUBS
ltis des pla-	?	Cailloutis des plateaux.		
		—		
		Marnes blanches de la Croix-Rousse.		
—	—	—		Manque.
et Marnes à *rion* et fossiles douce.	Sables de Montvendre à *Unio flabellatus* et marnes à *Hipparion* de Chaleuil.	Sables et marnes à *Helix delphinensis*.	Marnes à lignite de Soblay, Douvres, St-Jean-le-Vieux.	
		—		
		Zone à *Nassa Michaudi* et Auricules.		
à *Ancilla iformis*.	Faciès sableux à *Terebratulina calathiscus* de Montvendre (à la base zone marneuse à faciès de *Schlier*).	Sables à *Ancilla glandiformis* de Tersanne, de Saint-Génis d'Aoste.		Calcaire à *Helix sylvana* des Lavaux, de la Vorbe.
—		—		—
à *Terebratulina calathiscus* du n-à-Vent.		Sables à *Terebratulina calathiscus* de Saint-Fons, Serezin, Vienne, Romans, etc.		Argile rouge à *Helix Larteti* des Verrières.
—	—			—
à *Cardita Michaudi*.	Grès à *Cardita Michaudi*.			Marne grise à *Melanoides Escheri* des Verrières.
—	—			
à *Pecten* et *Amphiope icillata*.	Sables.			
—	—	—	—	—
et grès à *Ostrea crassissima* et *er* d'Avignon.	Sables et grès à *Ostrea crassissima*.	Sables à *Ostrea crassissima* de Voreppe.	Grès à *O. crassissima* de St-Martin-de-Bavel.	Sables et grès.
ne marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* de St-rois-Châteaux.	Mollasse marno-calcaire de Crest, Autichamp.	Mollasse marneuse du Royans, de Voiron, — et poudingues de Voreppe.	Mollasse gréseuse à *Pecten præscabriusculus* de St-Martin-de-Bavel, de la combe d'Evoaz.	Mollasse à *Pecten præscabriusculus* de la Ferté, de Foncines, des Verrières.
à *Scutella* sis et conglo-	Sables à *Pecten Justianus*.	Manque.	Manque.	Manque.
à *Helix Ra-*	Calcaire à *Helix Ramondi*.		Mollasse rouge.	

Horizons IV et V. — Dans le midi de la vallée du Rhône, où la séparation de ces deux étages est facile à la fois par le faciès marneux du niveau n° V et par la richesse de la faune à *Cardita Jouanneti*, on possède encore très peu de documents relatifs aux faunes terrestres de ces horizons. Tout se réduit à la découverte faite par Fontannes (1) du *Mastodon angustidens* Cuv., au quartier des Biancons, près Mirabeau (Basses-Alpes), dans le banc d'*Ostrea crassissima* qui couronne les couches à *Cardita Jouanneti* du niveau de Cabrières et est recouvert immédiatement par les grès fluviatiles et les poudingues du Miocène supérieur. Mais ce fait a une grande importance, en montrant la persistance du *M. angustideus* jusqu'au sommet du faciès marin dans le bassin du Rhône. Plus au nord, dans la région du Rhône dauphinois, le *faciès sableux* de tous les termes supérieurs du Miocène marin et la pauvreté corrélative de la faune rendent plus difficiles la séparation précise des horizons IV et V. Par contre, les documents mammalogiques deviennent beaucoup plus abondants.

C'est ainsi que les sables à *Terebratulina calathiscus* des environs de Romans (Drôme) (2) ont fourni, associés à des dents de Squales et d'autres Poissons marins, des débris de Mammifères marins dont Gervais et van Beneden donnent la liste suivante : (3)

Phocidés :	*Pristiphoca* sp.
Mysticètes :	*Plesiocetus Gervaisi* van Ben.
Cétodontes :	*Hoplocetus crassidens* Gerv.
	Squalodon sp.
	Champsodelphis acutus G. et B.
	Schizodelphis planus G. et B.

« Ces Mammifères marins sont enfouis, comme dans les faluns de la Loire, avec des Quadrupèdes d'espèces terrestres, parmi



supérieure de *Dinotherium* des sables marins de Bren, près St-Donat; 3° une base de bois de *Dicrocerus* (*D. elegans* Lart.) du mas Courep, près Saint-Donat, et une extrémité supérieure de métatarsien de la même espèce, trouvée à Clérieux, sur l'Herbasse. Toutes ces espèces appartiennent comme les précédentes à la *faune de Sansan*.

Un peu plus au nord, dans les massifs du Viennois on a recueilli : 1° à la Martinière, près Chuzelles, au nord de Vienne, une grande incisive de *Rhinoceros* ou d'*Acerotherium*; 2° deux molaires de *Dinotherium* aux environs de Vienne. Quant aux molaires d'*Hipparion* trouvées à Saint-Fons et conservées au Muséum de Lyon, leur gisement au sein des sables fins à Terebratulines doit être considéré comme tout à fait douteux et ces pièces peuvent fort bien provenir d'un remaniement des sables d'eau douce supérieurs par les alluvions quaternaires. On ne connaît en résumé aucun débris authentique d'*Hipparion* dans les sables miocènes franchement marins de la vallée du Rhône.

Mais la plus belle faune des Vertébrés se trouve dans les argiles rouges avec minerai de fer pisolithique qui remplissent les fentes de carrière du calcaire bathonien, à la Grive-Saint-Alban, à 30 kilomètres au sud-est de Lyon. Ces fentes, situées vers 240^{m} d'altitude, ont été recouvertes transgressivement, après leur remplissage, par la partie la plus élevée seulement des sables marins du Bas-Dauphiné. Les argiles *sidérolithiques* de la Grive représentent le résidu de la lente dissolution des calcaires jurassiques pendant la longue période durant laquelle le plateau rocheux de la Grive est resté émergé au-dessus de la mer miocène. La faune contenue dans ces fentes peut donc appartenir à un horizon très élevé du miocène marin, sans qu'il soit possible de fixer une limite inférieure.

La liste des Vertébrés de la Grive-Saint-Alban (1) est la suivante :

Singes.	*Pliopithecus antiquus* Lart.
Chiroptères.	*Vespertilio grivensis* Dep.
	Vesperugo noctuloides Lart.
Carnassiers.	*Machairodus Jourdani* Filhol.
	Œlurictis intermedia Filh.
	Pseudœlurus quadridentatus Gerv.
	— *transitorius* Dep.
	Lutra Lorteti Filh.
	— *dubia* Blainv.

(1) Filhol, *Arch. Mus. Lyon*, t. III. — Depéret, *Arch. Mus. Lyon*, t. IV et V. (Le tome V contient une révision générale de cette faune).

Martes Filholi Dep.
— *delphinensis* Dep.
Trochictis hydrocyon Lart.
Haplogale mutata Filh.
Plesictis sp.
Herpestes crassus Filhol.
Viverra cf. *steinheinensis* Fraas.
— *leptorhynca* Filhol.
Progenetta incerta sp. Lart.
Dinocyon Thenardi Jourdan.
— *goriachensis* Toula.
Amphicyon ? major Pomel.

INSECTIVORES. *Erinaceus sansaniensis* Lartet.
Galerix exilis Blainv. (*Parasorex socialis* v. Meyer).
Talpa telluris Pomel.
Dimylus paradoxus v. Meyer.
Sorex pusillus v. Meyer var.

RONGEURS. *Sciurus spermophilinus* Dep.
Myoxus sansaniensis Lart.
Cricetodon rhodanicum Dep.
— *medium* Lartet.
— *minus* Lartet.
Prolagus Meyeri Tschudi.
Lagopsis verus Hensel.

PROBOSCIDIENS. *Mastodon angustidens* Cuv.
Dinotherium giganteum Kaup.

PACHYDERMES. *Anchitherium aurelianense* Cuv.
Rhinoceros sansaniensis Lart.
— *brachypus* Lart.
Macrotherium grande Lartet.
Listriodon splendens v. Mey.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.
Chœromorus pygmœus Dep.

RUMINANTS. *Protragocerus Chantrei* Dep.
Hyœmoschus Jourdani Dep.
Palœomeryx magnus Lart.

Dans l'ensemble, la faune de la Grive-St-Alban a de grandes ressemblances avec la faune de Sansan, avec laquelle elle possède la moitié environ d'espèces communes, mais elle montre dans les détails de différents genres (*Pliopithecus, Machairodus, Lutra, Cricetodon, Protragocerus*, etc.) un degré d'évolution légèrement plus avancé (1) que celui des animaux de Sansan. Le gisement de la Grive est donc certainement un peu plus jeune que ceux de Sansan et des lignites de Styrie (Eibiswald, Wies) et doit être sensiblement du même âge que ceux de Steinheim (Wurtemberg), de Georgengsmund (Bavière), et que tous ceux de la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse (Ellg, Kapfnach, Œningen, etc). A Steinheim en particulier, le degré d'évolution des types génériques est tout-à-fait comparable à celui des animaux de la Grive-St-Alban.

Une faune tout-à-fait semblable se trouve enfouie dans les mêmes conditions de gisement, dans les fentes du calcaire bajocien au Mont-Ceindre (2), un peu au nord de Lyon, mais ces fentes situées à 400^{m} d'altitude n'ont ici aucun rapport stratigraphique avec le terrain miocène. Cette faunule comprend environ 19 espèces toutes communes avec la Grive, à l'exception de deux Chiroptères (*Rhinolophus lugdunensis* et *R. collongensis* Dep.) qui sont assez abondants pour faire considérer ces fentes comme de véritables *grottes à Chauve-Souris* miocènes.

Les autres espèces sont les suivantes :

Pliopithecus antiquus Lartet.
Dinocyon göriachensis Toula.
Trochictis hydrocyon Lart.
Haplogale mutata Filh.
Martes Filholi Dep.
Galerix exilis Blainv.
Sorex pusillus v. Meyer.
Sciurus spermophilinus Dep.
Myoxus sansaniensis Lart.
Cricetodon rhodanicum Dep.
— *medium* Lart.
Cricetodon minus Lart.
Prolagus Meyeri Tschudi.
Chœromorus pygmœus Dep.
Micromeryx Flourensianus Lart.
Dicrocerus elegans Lart.
Hyœmoschus sp.
Oiseaux.
Tortues.
Batraciens.
Lézards.

Horizon VI.— Avec les couches saumâtres et d'eau douce du Miocène supérieur, les débris d'animaux terrestres deviennent partout assez abondants dans la vallée du Rhône.

Dans le bassin de la Durance, à Cucuron, les marnes et calcaires à *Helix Christoli* et *Melanopsis narzolina* de Ratavoux ont fourni aux

(1) DEPÉRET, Recherches sur la succession de faunes des vertébrés miocènes du bassin du Rhône, p. 22. (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV.)
(2) DEPÉRET, La faune de la grive St-Alban (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV, p. 5).

recherches de M. Deydier (1) : *Hipparion gracile* Kaup, et *Castor Jægeri* Kaup.

Un peu plus haut dans la série, les limons rouges continentaux des environs de Cucuron (ferme de l'Aumane, Vaugines) contiennent la belle faune terrestre décrite par M. le prof. Gaudry (2) sous le nom de *faune du Mont-Léberon*, et composée des espèces suivantes :

Machairodus cultridens Kaup.
Hyœna eximia Roth et Wagn.
Ictitherium hipparionum Gerv.
— *Orbignyi* Gaud.
Dinotherium giganteum Kaup.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.
Acerotherium incisivum Kaup.
Hipparion gracile Kaup.
Sus major Gerv.
Helladotherium Duvernoyi Gaud.
Tragocerus amalthœus R. et Wagn.
Gazella deperdita Gerv.
? Palœoreas Lindermayeri R. et W.
Cervus Matheroni Gerv.
Testudo leberonensis Depéret (3).
Testudo, 2 sp.

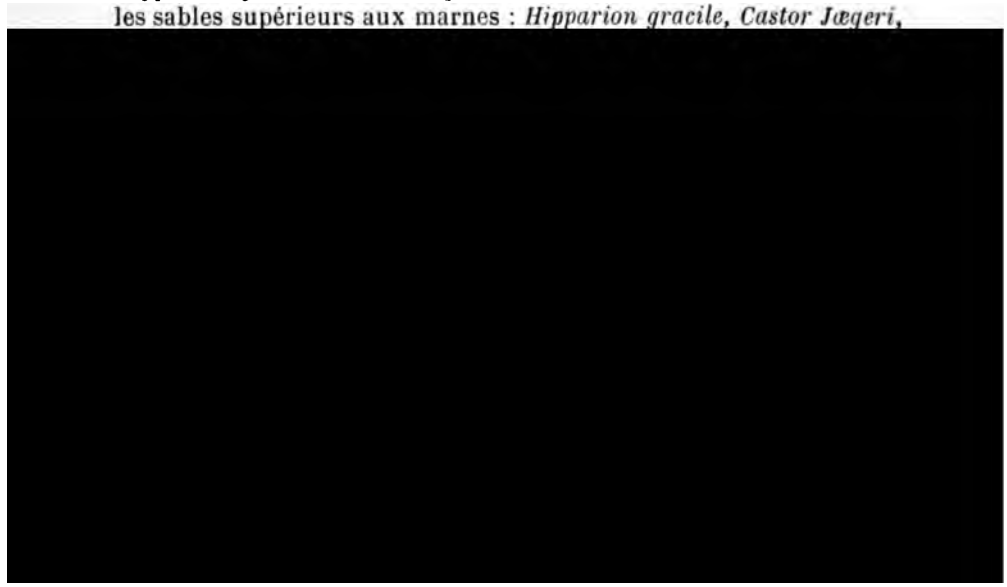
Une faune semblable a été découverte par M. Torcapel à Aubignes, dans les graviers fluviatiles sous-basaltiques du plateau des Coirons (Ardèche), où M. Gaudry a reconnu :

Machairodus cultridens Kaup.
Hyœnarctos sp.
Ictitherium sp.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.
? Sus major Gerv.
Hipparion gracile Kaup.
Tragocerus amalthœus Gaud.
Cervus Matheroni Gerv.
Testudo sp.

Dans le Haut-Comtat ou bassin du Visan, je ne connais d'autre découverte que celle de dents isolées d'*Hipparion gracile* dans les sables à fossiles d'eau douce de Valréas (Muséum de Lyon).

Mais plus au nord, dans le fond du golfe constitué par la région du Rhône dauphinois, les documents abondent.

Ainsi, M. Sayn a recueilli dans les marnes de la base, à Chabeuil : *Hipparion gracile, Castor Jægeri, Sus major*, et à Montvendre dans les sables supérieurs aux marnes : *Hipparion gracile, Castor Jæqeri,*



Plusieurs molaires de *Dinotherium* (Muséum de Lyon) proviennent de ce même niveau aux environs de *Montmirail* (Drôme) et c'est d'une autre localité peu éloignée (*Château de Langon*, près de Montrigaud) que venaient les fameux ossements de *Dinotherium* montrés au moyen-âge comme appartenant au squelette du géant Teutobochus, roi des Cimbres.

A *Sonnay* (Isère), sur la limite méridionale du plateau du Viennois, non loin de Beaurepaire, on a recueilli une belle moitié de mandibule d'*Hipparion gracile* (Muséum de Lyon).

Mais la plus belle localité fossilifère du Viennois est celle de Saint-Jean-de-Bournay (Isère), où les marnes intercalées à la base des sables à *Helix*, immédiatement au-dessus de la zone à *Nassa Michaudi*, contiennent les espèces suivantes (1) :

Mastodon longirostris Kaup.	*Sus major* Gerv.
Dinotherium giganteum Kaup.	*Chalicomys Jægeri* Kaup.
Hipparion gracile Kaup.	*Protragocerus Chantrei* Dep.
Rhinoceros cf. ***simorrensis*** Lart.	*Dicrocerus elegans* Lart.

Le degré d'évolution des Antilopidés (*Protragocerus*) indique pour la faune de Saint-Jean-de-Bournay une ancienneté un peu plus grande que celle des animaux du Léberon, ce qui est bien conforme à la position stratigraphique du gisement, tout à fait à la base des couches d'eau douce du Miocène supérieur.

C'est à peu près au même niveau qu'il faut rapporter les lignites de la Tour-du-Pin (Isère), intercalés dans un Miocène supérieur à faciès plus littoral et plus caillouteux; le Muséum de Lyon possède de ce gisement plusieurs molaires de *Sus palæochœrus* Kaup.

Au contraire les marnes blanches de la Croix-Rousse (2), à Lyon, occupent dans le Miocène supérieur un niveau notablement plus élevé et surmontent la masse des sables à *Helix* ; aussi leur faune a-t-elle un cachet légèrement plus jeune que celle de Saint-Jean-de-Bournay et est-elle tout à fait semblable à la faune de Pikermi, du Léberon et d'Aubignas. J'y ai signalé les espèces suivantes (3) :

Mastodon longirostris Kaup.	*Gazella deperdita* Gerv.
Dinotherium Cuvieri Kaup.	*Hyœmoschus Jourdani* Dep.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.	*Micromeryx* sp.
Hipparion gracile Kaup.	*Chalicomys* sp.
Tragocerus amaltheus Roth et Wag.	? *Grus Pentelici* Gaud.
— cf. *Valenciennesi* Gaud.	

(1) DEPÉRET, Recherches sur la succession des Vertébrés miocènes, p. 63 (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV).

(2) DEPÉRET, id., p. 63.

(3) DEPÉRET, id., p. 57.

Enfin, au nord de Lyon, à l'entrée de la grande dépression de la Bresse, et contre le rebord occidental des chaînons du Jura, on a recueilli, dans les argiles à lignites miocènes supérieures de Soblay (Ain), une petite faune de Mammifères qui paraît exactement de l'âge de la faune de Saint-Jean-de-Bournay, et qui comprend les espèces suivantes (1) :

Mastodon turicensis Schinz.
Chalicomys Jægeri Kaup.
Sus major Gerv.
Hipparion gracile Kaup.
Rhinoceros cf. *Schleiermacheri* Kaup.
Protragocerus Chantrei Dep.
Trionyx sp.

Les sables à lignites de Saint-Jean-le-Vieux, un peu au sud de Soblay, ont fourni deux prémolaires supérieures d'un *Dinotherium giganteum* de grande taille.

Ainsi, d'une manière générale, on voit apparaître dans tout le bassin du Rhône, *dès la base* des couches saumâtres (calcaire à *Helix Christoli* de Cucuron ; zone à *Nassa Michaudi* du Dauphiné; Soblay), qui surmontent la mollasse marine *tortonienne,* une faune de Mammifères terrestres, très différente de la faune de Sansan à *Mastodon angustidens, Listriodon, Anchitherium,* que l'on a vu plus haut monter jusqu'au sommet des couches miocènes de faciès marin (La Grive-Saint-Alban, bassin de Digne). Cette nouvelle faune, caractérisée par le *Mastodon longirostris,* l'*Hipparion gracile,* le *Sus major,* par l'apparition des Antilopidés du groupe des Tragocères, se perpétue dans les couches d'eau douce qui surmontent la zone saumâtre et jusque dans les graviers d'origine fluviale qui, presque partout, terminent le Miocène de la vallée du Rhône et de ses affluents. Dans

HORIZONS	FAUNES DU BASSIN DU RHÔNE	LOCALITÉS ÉTRANGÈRES
VI Miocène sup. fluviatile, d'eau douce et saumâtre	3. Faune des limons du Léberon. — des graviers d'Aubignas (Ardèche). — des marnes de la Croix-Rousse, à Lyon. 2. Faune de Saint-Jean-de-Bournay (Isère). — de Soblay et de St-Jean-le-Vieux (Ain). — des marnes et sables à *Helix* de Visan (Vaucluse), Montmirail, Montvendre (Drôme). 1. Faune des sables à *Nassa Michaudi* du Dauphiné (Tersanne, Toussieu, etc.) — des calcaires à *Helix Christoli* de Cucuron.	Faune de Pikermi (Grèce). — des *Belveder-Schotter* de Vienne (Autriche). Faune d'Eppelsheim (Hesse). — des couches à Congéries de Vienne (Autriche).
V Couches à *Cardita Jouanneti* et IV Mollasse sableuse moyenne	*Mastodon angustidens* de Mirabeau (Basses-Alpes). Faune de la Grive-St-Alban (Isère). — du mont Celndre à Lyon. — des sables à Terebratulines de Romans (Drôme), etc.	Faune de l'*obere Süsswasser-Molasse* de Suisse (le Locle, Kapfnach, Elgg, Œningen), du Wurtemberg (Steinheim) et de Bavière (Georgengsmund). Faune de l'étage sarmatique et du 2e étage méditerranéen de Vienne (Autriche). Faune de Sansan (Gers), d'Eibiswald et de Wies (Styrie).
III Mollasse marno-calcaire infér. et II Sables à Scutelles.	Manque.	Faune des sables de l'Orléanais. — des sables d'Eggenburg (Autriche).
I (Aquitanien)	Faune de Volx (Basses-Alpes).	Faune d'Ulm (Wurtemberg). — de Saint-Gérand-le-Puy (Allier).

Résumé sur le Miocène du bassin du Rhône.

Ainsi, d'après les documents qui précèdent, l'histoire miocène du bassin du Rhône comprend une série d'épisodes qui peuvent être résumés de la manière suivante :

1° A la fin de l'Oligocène (*Aquitanien*), la mer est sur la côte de Provence et du Languedoc, avec un rivage bien peu différent du rivage actuel. Cette mer se prolonge dans l'intérieur du pays par une lagune saumâtre où vivent des Cyrènes et des Potamides ; cette lagune occupe non-seulement le thalweg de la vallée du Rhône, mais encore s'étend sur une partie des chaînons subalpins de Provence et du Dauphiné ; elle se continue sans interruption, d'une part avec les lagunes de la vallée de la Saône (Bresse), de l'autre par la Savoie, avec celles qui suivent le pied nord des Alpes en Suisse, en Bavière et jusqu'en Autriche.

2° Avec le début du Miocène, commence une phase *positive* ou de transgression, encore peu accusée avec la *zone inférieure*, celle des *sables à Scutella paulensis*. La mer dépose sur la côte de Provence des mollasses qui renferment la belle faune des faluns de Saucats et de Léognan, tandis que, dans l'intérieur de la vallée, les courants maritimes venus du sud amènent, sur les dépôts saumâtres aquitaniens, des cordons de galets (conglomérats verts) et des sables de faciès très littoral. Ces premiers dépôts miocènes dessinent un golfe marin fermé au nord, qui s'avance, à très peu près, jusqu'à la vallée de la Drôme actuelle.

3° La transgression s'accentue avec la *zone marno-calcaire à Pecten præscabriusculus*, qui déborde partout l'horizon précédent et s'avance au nord, sur l'emplacement des chaînons subalpins de la Drôme, de

de l'étang de Berre, les argiles bleues micacées qui forment la base de l'assise ont un *faciès qui se rapproche beaucoup de celui du Schlier* d'Autriche.

5° Le faciès marno-calcaire reparaît ensuite dans le midi du bassin du Rhône avec la faune à *Cardita Jouanneti* et *Ancilla glandiformis*, analogue à la faune de Baden et de Tortone. Mais, dans le Dauphiné, le faciès sableux de l'horizon précédent persiste jusqu'au sommet du Miocène marin et ne permet que difficilement la distinction de l'horizon à *Cardita Jouanneti*, dont on trouve cependant en quelques points (Tersanne, St-Génis d'Aoste) la plus grande partie de la faune.

Ces sables marins du Dauphiné débordent nettement à l'ouest la mollasse marno-calcaire inférieure et vont reposer transgressivement, entre Valence et Lyon, sur les terrains cristallins du Plateau central. Cette transgression, qui se retrouve en Suisse et en Wurtemberg, est sans doute le contre-coup de mouvements survenus dans la chaîne des Alpes.

Ces mouvements alpins ont eu pour conséquence, non seulement de refouler à l'Ouest et au Nord le bras de mer miocène, mais encore de déterminer la régression de cette mer tortonienne, qui cesse de s'étendre en Suisse et forme dans le bassin du Rhône un *golfe fermé au nord à peu près à la hauteur de Lyon.*

La faune de Vertébrés terrestres, qui correspond à l'ensemble du faciès sableux du Dauphiné (y compris les couches à *Cardita Jouanneti* de Provence), a pour type la faune des fentes de carrière de la Grive St-Alban, à *Mastodon angustidens, Listriodon splendens, Anchitherium aurelianense, Pliopithecus antiquus* ; elle est très-voisine de la *faune de Sansan*, avec un *degré d'évolution légèrement plus jeune* dans l'ensemble.

6° La phase *négative* ou de régression s'accentue ensuite : la mer abandonne le bassin du Rhône, qui se transforme de nouveau en une lagune saumâtre, où se déposent les sables à *Nassa Michaudi* du Dauphiné et les marnes et calcaires à *Melanopsis Narzolina* de Provence. Puis le faciès saumâtre fait place à son tour à des faciès d'eau douce (sables à *Helix* du Dauphiné) et enfin continentaux (limons à *Hipparion* du Léberon, cailloutis des hauts plateaux du Dauphiné et du bassin de la Durance). Les cailloutis qui terminent le Miocène dans tout le bassin du Rhône indiquent l'établissement d'une grande vallée fluviale, analogue à la vallée du Rhône, mais dont le thalweg était situé à une altitude bien supérieure (de plus de 150^{m} en Dauphiné) à celle du fleuve actuel. Dans les chaînes subalpines de Provence, l'ensemble de ces formations continentales a été énergique-

ment plissé par le contre-coup de nouveaux mouvements alpins (post-miocènes).

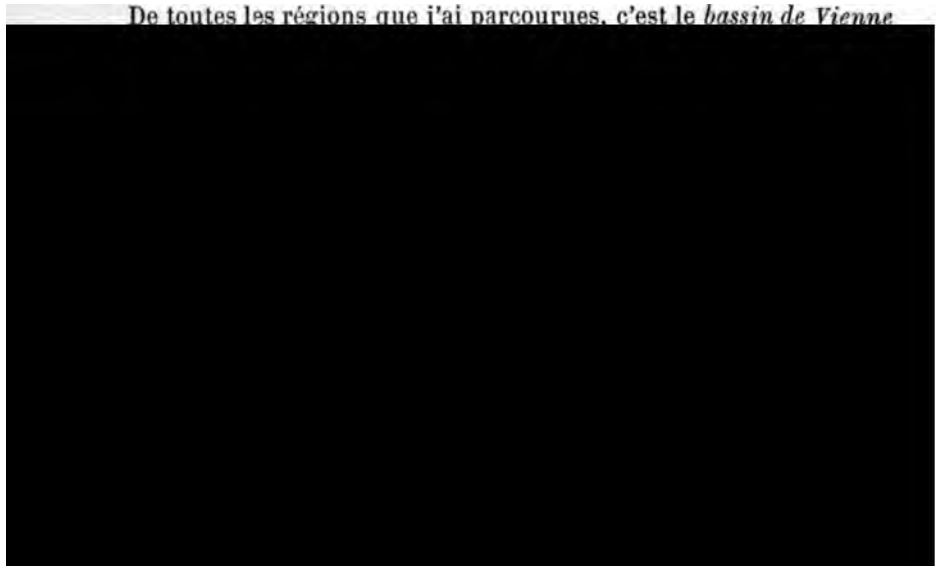
Un changement brusque et complet de la faune des vertébrés terrestres se montre dès la base de ce grand étage *Miocène supérieur*. A la faune de Sansan succède une autre faune caractérisée par l'*Hipparion gracile*, le *Mastodon longirostris*, le *Rhinoceros Schleiermacheri*, les Antilopes du groupe des *Tragocerus;* cette faune, tout à fait semblable à la *faune de Pikermi* dans l'Attique, est évidemment le résultat d'une migration brusque, corrélative de changements importants de la géographie méditerranéenne.

7° Enfin, par suite de l'abaissement des lignes de rivage de la Méditerranée, des *vallées nouvelles* se creusent aux dépens des couches marines et d'eau douce du Miocène. C'est dans le fond de ces vallées que se déposent les couches saumâtres à *Congeria sub Basteroti*, comme phénomène précurseur des grands affaissements pliocènes.

Après cet exposé synthétique du Miocène du bassin du Rhône, il me reste à comparer les subdivisions stratigraphiques et paléontologiques établies dans ce bassin avec celles des régions de la Suisse, du Wurtemberg, de la Bavière, de l'Autriche-Hongrie, de l'Italie, que j'ai eu occasion, soit de visiter moi-même dans le cours de mon voyage, soit d'étudier dans les principaux musées de ces pays, de manière à arriver à une coordination générale des formations de la période miocène dans la région alpine.

1° Bassin de Vienne.

De toutes les régions que j'ai parcourues, c'est le *bassin de Vienne*



de Rolle, dans le Miocène d'Autriche, deux grands étages ou groupes d'assises, qu'il a nommés *Premier* et *Deuxième étages méditerranéens*.

Il est vrai que cette division chronologique n'a pas parue justifiée à MM. Tietze (1) et Bittner (2), qui considèrent les deux étages méditerranéens du bassin de Vienne comme des faciès latéraux et contemporains d'un même horizon. Plus récemment, M. de Stefani (3) a soutenu la même opinion, en l'appuyant d'un certain nombre de faits paléontologiques ; l'auteur pense que les diverses assises du Miocène de Vienne représentent seulement les faciès *littoral*, *coralligène* ou *pélagique* suivant les points, d'un même dépôt. La visite un peu rapide que j'ai pu faire des couches miocènes de Vienne ne m'autorise pas à venir formuler, dans un aussi important débat, une opinion entièrement personnelle. Il m'a semblé cependant que le nombre des faits de superposition directe que j'ai pu constater ou qui ont été publiés dans des coupes précises était suffisant pour faire admettre une succession de niveaux chronologiquement distincts. D'autre part, le caractère de la faune est nettement différent entre les horizons inférieurs et supérieurs de ce Miocène, même *lorsqu'on a soin de comparer seulement des faciès identiques*, comme le sont par exemple les faciès coralligènes à nullipores de l'horizon d'Eggenburg et du Leithakalk. On va voir d'ailleurs que la comparaison des horizons de Vienne avec ceux du bassin du Rhône, où la *succession stratigraphique ne peut faire aucun doute*, confirme d'une manière complète les vues de M. Suess sur la constitution du Miocène viennois.

Je m'en tiendrai donc à la division en *deux étages méditerranéens*, mais j'insisterai seulement sur les points de comparaison avec le Miocène du Sud-Est de la France et sur les parallélismes qui en résultent.

Le *premier étage méditerranéen* ne se trouve pas dans le bassin de Vienne proprement dit ou bassin d'effondrement intra-alpin; il n'existe qu'en dehors de la zone alpine au nord de Vienne, où il repose directement sur les roches cristallines granito-gneissiques

(1) TIETZE, Die Versuche ein. Glied. d. unt. Neogen in d. Oster. Länd. (*Zeit. deutsch. geol. Gesells.*, t. 38, 1886, p. 26).

(2) BITTNER, Zur Liter. d. öster. Tertiärablag. (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 34, 1884, p. 137). — Noch ein Beitrag z. neue. Tertiarliteratur (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1886, t. 36, p. 1).

(3) DE STEFANI, Les terrains tert. sup. du bassin de la Méditerranée (*Mém. Soc. géol. de Belgique*, 1891, t. 18, p. 201).

du massif ancien de la Bohême et de la Moravie (1).Il y constitue, le long de la chaîne granitique du Mannharts, une bande littorale, plus ou moins morcelée en lambeaux, dont les plus importants sont les petits bassins d'Eggenburg et de Horn, d'où le nom de *Hornerschichten* donné au premier étage par Rolle et la plupart des géologues autrichiens.

Sur les indications précises qu'a bien voulu me donner M. Suess, j'ai visité les *Hornerschichten* aux environs de Meissau et d'Eggenburg, et je suis arrivé à la conviction que ces couches sont un complexe qui répond exactement à l'ensemble des horizons I, II et III du bassin du Rhône (voir le tableau page 202).

La succession des horizons y est la suivante de bas en haut :

1. *Couches saumâtres de Molt.* Les couches les plus inférieures du Néogène marin reposent au Galgenberg, près de Horn (2),sur les terrains cristallins, et consistent en une alternance de marnes feuilletées blanches ou jaunâtres et de sables quartzeux, grossiers, ferrugineux, le tout sans autres fossiles que des fragments d'huîtres. Ce niveau grossier est surmonté, de l'autre côté de la plaine qui s'étend entre les collines micaschisteuses de Horn et de Dreieichen, par des marnes sableuses bleuâtres, ligniteuses à la partie supérieure, qui, sur les talus au N-E. de Molt, contiennent une faune de *faciès saumâtre*, et où j'ai recueilli *Potamides plicatus* Brug., *P. margaritaceus* Broc., associés à quelques formes plus franchement marines, telles que : *Murex sublavatus* Bast., *Murex* aff. *erinaceus* L., *Nassa baccata* Bast., *Arca cardiiformis* Bast., *Mytilus Haidingeri* Hörn., *Chama gryphina* Lam.

MM. Suess et Fuchs indiquent encore parmi les formes de ce niveau: *Murex Schönni* Hörn., *Natica redempta* Mich., *Nerita Plutonis* Bast., *Proto cathedralis* Brongn., *Turritella turris* Bast., *T. gradata*

2. *Sables de Loibersdorf.* Les couches saumâtres de Molt passent insensiblement, sur les talus des collines tertiaires dominées par le promontoire micaschiteux de Dreieichen (1), à des sables jaunâtres bien développés à quelques kilomètres plus au sud, dans les bois, près du village de Loibersdorf, d'où le nom de *sables de Loibersdorf.* Bien que leur faciès soit plus franchement marin que l'horizon de Molt, ces sables contiennent encore à Loibersdorf une couche rougeâtre où abondent les *Potamides* de Molt (*Pot. plicatus*) et des Néritines (*Neritina picta* Fér.) indiquant la continuation du régime saumâtre.

Parmi les espèces marines, il convient de citer en première ligne le grand *Cardium Kubecki* Hauer, spécial à ce niveau dans le bassin de Vienne, mais qui se retrouve, selon M. de Stefani (2), en Calabre au sommet du Miocène, et dont la forme représentative actuelle est le *C. magnum* Born, du golfe du Mexique.

Cette belle espèce fait jusqu'ici défaut dans le Miocène de France. La faune marine de Loibersdorf comprend un assez grand nombre d'espèces, parmi lesquelles j'ai recueilli : *Turritella gradata* Menke, *Ancilla glandiformis* Lam., *Venus umbonaria* Lam., *Cardium cingulatum* Goldf., *C. edule* L., *Mytilus Haidingeri* Horn., *Pecten Malvinæ* Dub. et de nombreuses Huîtres qui forment des bancs vers la partie supérieure : *Ostrea digitalina* Eichw., *O. gingensis* Schl., *O. crassissima* Lam. Ces bancs d'Huîtres sont particulièrement bien développés de l'autre côté de l'arête micaschisteuse de Dreieichen, dans le bassin d'Eggenburg, un peu à l'ouest du village de Kühnring, où ces Huîtres de grande taille sont associées à des mollasses gréseuses remplies d'empreintes de *Potamides plicatus.* Ces couches s'enfoncent plus à l'ouest vers Kühnring et Eggenburg, sous les sables de Gauderndorf et la mollasse marno-calcaire de l'horizon d'Eggenburg.

D'après les fossiles de l'horizon de Loibersdorf cités par MM. Suess et Fuchs, cette faune a de très grandes analogies avec la faune de Gauderndorf, dont elle se distingue par quelques formes à affinités oligocènes signalées par M. Fuchs (*Murex capito* Phil., *Xenophora cumulans* Brongn., *Cardium cingulatum* Goldf). On peut donc considérer cette zone comme une sorte de terme de passage entre l'Aquitanien et l'horizon plus franchement miocène de Gauderndorf.

3. *Sables de Gauderndorf.* Cet horizon ne se montre pas dans le bassin isolé de Horn. Mais à Eggenburg et surtout au nord de cette ville, dans le ruisseau de Gauderndorf, on observe directement sur

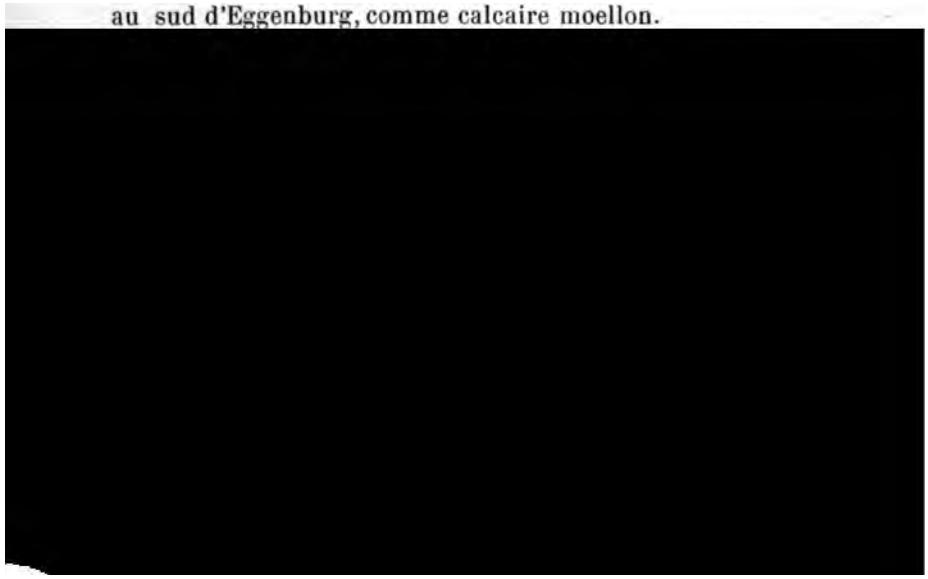
(1) E. Suess, *loc. cit.*, pl. I, fig. 1.
(2) De Stefani, *loc. cit.*, p. 242.

le granite des sables fins bleuâtres, jaunes par altération, contenant une riche faune composée surtout de Lamellibranches, et dont la plupart des espèces sont identiques avec celles des faluns de Saucats et de Léognan dans le Sud-Ouest et de la mollasse rose de Sausset en Provence. Parmi les espèces les plus communes, j'ai observé : *Turritella gradata* Menke, *Proto cathedralis* Brongn., *Trochus patulus* Broc., *Tapes vetula* Bast., *Eastonia rugosa* Chemn., *Chama gryphina* L., *Cardium burdigalinum* Lam. et les deux *Potamides* (P. *plicatus* et *margaritaceus*) de Molt et de Loibersdorf, qui indiquent encore le voisinage de lagunes littorales.

M. Suess a indiqué (1) l'intercalation au milieu des sables à Bivalves de Gauderndorf, d'une bande de sables rougeâtres fins où l'on trouve *Ficula clava* Bast., *Fusus burdigalensis* Bast., *Trochus patulus*, Broc., *Lucina incrassata* Dub., c'est-à-dire la faune de Gastropodes de l'horizon de Léognan le mieux caractérisé. Parmi les Lamellibranches, *Mactra Bucklandi* Dep., *Lutraria sanna*, Bast., *Tapes vetula* Bast., *Cytherea erycina* Lam., etc., confirment cette affinité.

Il me paraît donc certain que les sables de Gauderndorf correspondent à l'horizon le plus inférieur du Miocène de France, c'est-à-dire aux faluns de Saucats et de Léognan dans le Sud-Ouest, aux couches de Sausset et aux sables à *Scutella paulensis* du bassin du Rhône.

4. *Horizon marno-calcaire d'Eggenburg.* Les sables de Gauderndorf sont surmontés à Eggenburg, à Gauderndorf, à Kühnring, etc., par un nouvel horizon gréso-sableux et grossier à la base, mais devenant marneux à la partie supérieure et passant même à une véritable mollasse calcaire tendre, semblable à la pierre de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme) et exploitée également à Zögelsdorf, au sud d'Eggenburg, comme calcaire moellon.



En approchant d'Eggenburg, le faciès littoral de Maissau se modifie et passe au *faciès calcaire et coralligène* développé sur le plateau de Zögelsdorf, où existent de nombreuses carrières de mollasse tendre, calcaire, avec petits galets, débris d'Huîtres, Bryozoaires, Nullipores, *Pecten Rollei* Hörn., dents de Squales, etc.; c'est un faciès très analogue à la mollasse à Nullipores de St-Paul-Trois-Châteaux, de Ménerbes, et aussi au *Leithakalk* du bassin de Vienne, bien que ce dernier soit d'un niveau beaucoup plus récent.

A Eggenburg, au pied de la colline granitique qui domine à l'est cette ancienne ville, on voit affleurer les sables jaunes et bleus de Gauderndorf. Au-dessus et reposant en transgression sur des bosses de granite arrondies, se montrent des sables grossiers avec galets de rivage, passant en haut à une mollasse gréso-calcaire dure, terminée par un banc de *Perna Soldani;* c'est un faciès de falaise de la mollasse marno-calcaire exploitée à Zögelsdorf.

Cette dernière constitue tout le plateau régulier qui s'étend de Burgschleinitz à Eggenburg et à Gauderndorf, et qui de là se relève progressivement à l'ouest dans la direction de l'éperon micaschisteux de Dreieichen, qui sépare le bassin d'Eggenburg de celui de Horn.

Dans ces diverses localités, les bancs sableux inférieurs et les bancs marno-calcaires du sommet de l'assise contiennent de nombreux fossiles, parmi lesquels j'ai recueilli les types suivants :

Anomia costata Broc.
Ostrea lamellosa Broc.
Pecten Holgeri Gein.
— *Rollei* Hörn.
— *substriatus* d'Orb.
Pecten præscabriusculus Font. (non *scabrellus* L.)
Perna Soldani Desh.
Terebratula Hörnesi Suess.
Echinolampas Laurillardi Ag.
Bryozoaires, Balanes, Nullipores.

A cette liste, il convient d'ajouter, d'après les observations des géologues autrichiens, parmi les plus intéressantes :

Pecten palmatus Lam. (= *crestensis* Font.).
Pecten Malvinæ Dub.

ainsi que des Dimyaires et des Gastropodes, pour la plupart identiques à ceux de l'horizon de Gauderndorf et de la mollasse marneuse du bassin du Rhône.

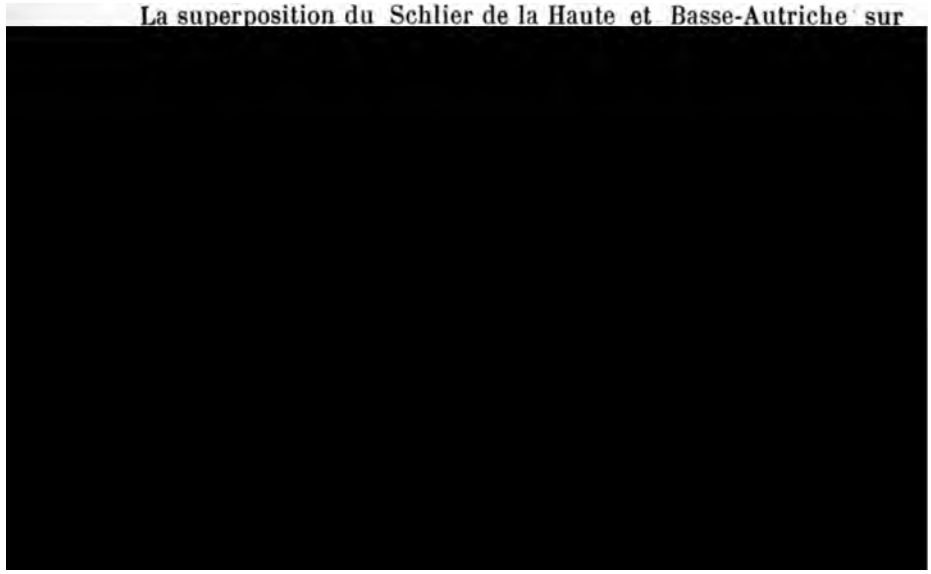
Il importe de faire ressortir l'abondance du *Pecten præscabriusculus* Font., qui se présente à Eggenburg avec ses caractères typiques et qui a été à tort rapporté jusqu'ici au *Pecten scabrellus* Lam., type du Pliocène italien et français. D'autre part le *Pecten palmatus* Lam. est identique au *P. crestensis* Font., caractéristique de la mollasse marneuse du bassin de Crest. Le *P. Holgeri* Gein. est

représenté dans la mollasse marno-calcaire du Sud-Est par une forme très voisine, que Fontannes a séparée néanmoins sous le nom de *Pecten sub-Holgeri*, mais qui caractérise le même niveau. Enfin l'*Echinolampas Laurillardi* Ag. est une forme représentative de l'*Ech. hemisphæricus* Ag. de la mollasse de St-Paul-trois-Châteaux.

Il en résulte que l'ensemble de la faune marine d'Eggenburg, en particulier celle des Pectinidés (si précieux pour caractériser les divers horizons des terrains néogènes), permet d'affirmer le parallélisme précis de la mollasse d'Eggenburg avec la mollasse à *Pecten præscabriusculus* de la vallée du Rhône. Il existe même peu d'exemples, dans le Miocène, d'une similitude de faune et de faciès aussi frappante, à une aussi grande distance.

5. *Schlier*. Au-dessus du *premier étage méditerranéen*, vient, en Autriche et dans la Bavière orientale, le *Schlier*, horizon d'argiles bleues, avec intercalations sableuses,contenant fréquemment, à la partie supérieure, des traces de lignite et aussi du sel, du gypse et d'autres produits d'évaporation de la mer. Cet horizon, très répandu dans tout le centre de la plaine de la Basse et de la Haute-Autriche, est parfois désigné sous le nom de *couches à Meletta*, à cause de l'abondance des écailles et des os de poissons (*Meletta sardinites* Hœck.) dans ses couches inférieures. La faune de Mollusques, en général pauvre et uniforme, est caractérisée surtout par: *Aturia aturi* Bast., *Solenomya Doderleini* May., *Pecten denudatus* Reuss; mais en quelques points, par exemple à Ottnang, dans la Haute-Autriche, le Schlier devient très fossilifère et sa faune, par l'abondance des Pleurotomes en particulier, prend un faciès qui rappelle la faune des argiles de Baden, bien que ce dernier horizon soit notablement plus récent.

La superposition du Schlier de la Haute et Basse-Autriche sur



phique bien déterminé, compris entre les deux étages méditerranéens, et non point un faciès latéral de l'un ou l'autre de ces étages. Cela n'empêche pas, bien entendu, que des couches de faciès analogue ou identique au Schlier puissent, en Galicie, en Styrie, en Croatie ou ailleurs, se présenter à d'autres niveaux.

Pour ce qui concerne le bassin du Rhône, le Schlier n'y existe pas avec sa faune caractéristique et ses dépôts d'évaporation de la mer. Mais son niveau est représenté par un autre faciès, le *faciès sableux de charriage* de l'horizon n° IV, compris entre la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* et les couches à *Cardita Jouanneti* de Visan et de Cucuron. Cependant il est intéressant de signaler, en se reportant plus haut à la description synthétique du Miocène du bassin du Rhône, qu'il existe dans la plaine d'Avignon et dans les environs d'Istres, immédiatement au-dessus de la mollasse marno-calcaire, une assise d'argiles bleues micacées, avec débris de petits *Pecten*, qui occupent, à la base de l'horizon sableux n° 4, exactement la place du Schlier, *auquel elles ressemblent beaucoup au point de vue lithologique*. Des argiles feuilletées, sableuses, à faciès de Schlier, se trouvent aussi plus au nord dans la Drôme, mais à un niveau stratigraphique un peu plus élevé, dans l'épaisseur des sables à *Terebratulina calathiscus*.

Le *deuxième étage méditerranéen* se superpose au Schlier dans la région extra-alpine du bassin du Danube, mais, par suite de grands effondrements survenus à l'extrémité orientale des Alpes vers l'époque du Schlier, il pénètre avec celui-ci dans le bassin intra-alpin ou *bassin de Vienne* proprement dit. Il y comprend, d'après MM. Suess et Fuchs, la série d'horizons suivants de bas en haut.

1° *Horizon de Grund*. Les couches supérieures saumâtres et lignitifères du Schlier sont recouvertes dans la plaine de la Basse-Autriche, notamment à l'est de Platt (1), à Grund, près Guntersdorf, etc., par une alternance de sables et d'argiles bleues, contenant une faune marine qui, avec un certain nombre d'espèces du *1er étage méditerranéen*, comprend un plus grand nombre de formes nouvelles, destinées à caractériser le *2e étage méditerranéen*, et parmi lesquelles il convient de citer, d'après les collections du Hof Museum,

Conus canaliculatus Broc.
Pleurotoma asperulata Lam.
— *Jouanneti* Bast. variété.
Turritella bicarinata Eichw.
— *vermicularis* Broc.
Pecten Besseri Andr.
Pecten elegans Andr.
Venus marginata Reuss.
Arca turonica Duj.
Cardita crassicosta.
— *Jouanneti* Bast. (rare).

(1) E. Suess, *loc. cit.*, pl. I, fig. 2.

Le *Pleurotoma Jouanneti* ne présente pas à ce niveau sa forme typique, mais ses carènes portent des indices de tubercules au lieu d'être lisses comme dans le type tortonien. La *Cardita Jouanneti* est particulièrement importante à signaler, car elle fait à ce niveau sa première apparition, mais elle est encore assez rare et elle y est représentée par une forme spéciale à côtes rondes et saillantes, à lignes d'accroissement rugueuses (que je signalerai plus loin à Salles, en Touraine, à St-Gall) et qu'il est facile de distinguer du type à côtes plates et lisses destiné à devenir si abondant dans le niveau tortonien, c'est-à-dire au sommet du 2e étage méditerranéen.

L'horizon de Grund renferme encore un certain nombre de types saumâtres, tels que : *Cerithium lignitarum* Eichw., *C. Duboisi* Hörn., remplaçant les *Potamides plicatus* et *margaritaceus* du 1er étage, *Melanopsis impressa* Krauss, remplaçant *Melanopsis aquensis*, *Oncophora socialis* Rzehak et *Gümbeli* Hörn. Il existe aussi un mélange de coquilles fluviatiles et terrestres, parmi lesquelles domine *Helix turonensis* ou au moins une forme de ce groupe.

La faune de Grund présente dans son ensemble une remarquable analogie avec celles des faluns de Touraine, de Salles, de la Superga, qui se rapportent, je crois, au même niveau, c'est-à-dire à la base du 2e étage méditerranéen.

Dans le bassin du Rhône, l'horizon de Grund est mal représenté paléontologiquement, mais je ne doute pas qu'il ne faille en chercher l'équivalent vers le sommet de l'horizon sableux n° IV, où abonde dans les Basses-Alpes, à Reillanne, *Pyrula cornuta* Ag., de même qu'à Grund; ou peut-être un peu plus haut vers la base des couches marno-gréseuses à *Cardita Jouanneti* de Cucuron et de Visan. Dans ce dernier bassin en particulier, les couches marneuses à *Pecten vindascinus* de la base de l'assise me paraissent pouvoir

cependant, et sans nier la possibilité, en certains points, du passage latéral de l'un à l'autre de ces faciès, que l'on pouvait, aux environs de Vienne, distinguer une assise inférieure constituée par le *Leithakalk* et son *conglomérat de falaise*, et une assise supérieure formée par les argiles de Baden et de Vöslau.

a) *Leithakalk* (1). Ce nom désigne une assise marno-calcaire, tantôt compacte, tantôt grumeleuse, avec bancs de sables et de marnes intercalés (Gainfahren, Steinabrunn). Elle est composée, pour une part notable, de Nullipores, de Bryozoaires, de Polypiers, associés à des Foraminifères (*Amphistegina Haueri*), à des Mollusques et à des Oursins (Clypéastres). C'est une assise de faciès coralligène qui, vers les bords du bassin, près du contact avec les roches anciennes, passe, en se chargeant de cailloutis et même de gros blocs, à un véritable faciès de falaise (Leitha-conglomérat), comme cela a lieu, par exemple, à Baden et à Nussdorf.

Dans la vallée de la Durance, le *calcaire de la Leitha* a pour équivalent exact, à la fois comme faciès et comme niveau, la *mollasse de Cucuron*, assise marno-gréseuse à Nullipores, Bryozoaires, Clypéastres, *Cardita Jouanneti*, et Pectinidés spéciaux (*Pecten scabriusculus* et *planosulcatus*); la spécialisation de la faune des Pectinidés s'explique aisément par la séparation qui existait entre le bassin de Vienne et celui du Rhône à l'époque du 2me étage méditerranéen.

Dans le bassin de Visan et en Dauphiné, le 2e étage méditerranéen est en entier sous un faciès sableux, qui rend difficile une assimilation précise avec le niveau du Leithakalk et de Cucuron.

b) *Argiles de Baden.* Le Leithakalk constitue, tout le long du bord intra-alpin du bassin de Vienne, une série de lambeaux littoraux plus ou moins continus, restés en place ou du moins peu dérangés de leur position première, à l'époque de l'effondrement du centre du bassin. Aussi est-ce seulement en contre-bas de ces lambeaux de bordure et butant contre eux, que l'on peut observer l'assise argileuse supérieure du 2me étage méditerranéen, que l'érosion a fait disparaître au-dessus des lambeaux du Leithakalk.

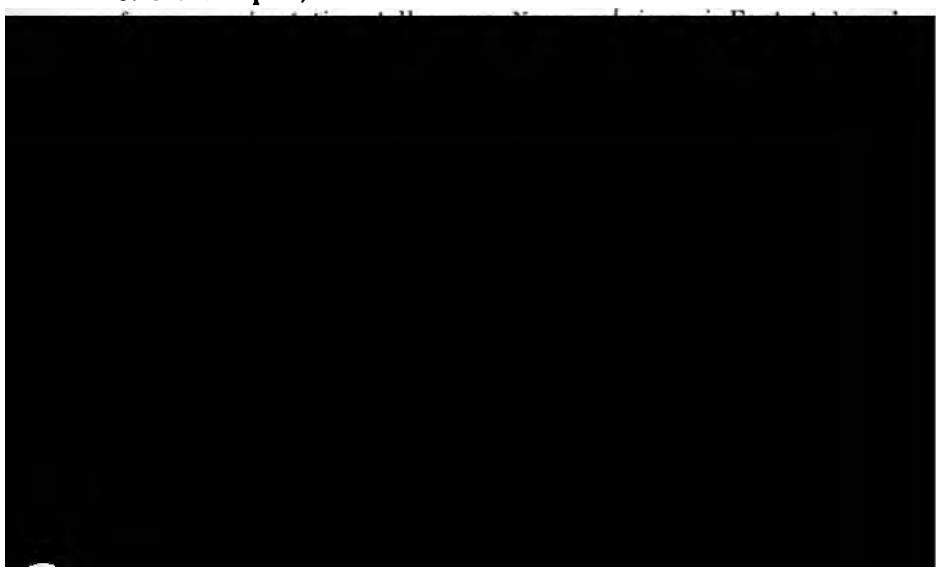
(1) Dans une note publiée en 1884 (*Verhandl. geol. Reichs.*, n° 18, p. 373), sur l'argile marine de Walbersdorf, M. Fuchs, modifiant un peu ses anciennes idées, considère la partie du *Leithakalk* du bassin de Vienne, sous-jacente aux argiles de Baden, comme un faciès latéral des couches de Grund. Dans cette opinion, le 2e étage méditerranéen de Vienne se diviserait en deux termes : à la base le *Leithakalk inférieur* — Grund ; en haut les argiles de Baden avec un *Leithakalk supérieur* (Soos, Mollersdorf, Marczer Kogel, etc.), à faune peu différente du précédent. Cette interprétation nouvelle est en somme peu différente de celle de M. Suess.

Ces argiles de couleur bleue, fines et compactes à la base, sableuses et même caillouteuses à leur partie supérieure, sont exploitées à Vöslau et à Baden, en de nombreuses tuileries. Leur faune, riche surtout en Gastropodes des genres *Nassa, Conus, Fusus, Mitra, Pleurotoma, Natica, Turritella,* est tout à fait analogue, comme faciès général, à la faune des *marnes de Cabrières-d'Aigues* (Vaucluse), dont le faciès lithologique est aussi tout à fait semblable à celui des *argiles de Baden.* Les marnes de Cabrières occupent d'ailleurs au-dessus de la *mollasse à Nullipores de Cucuron* une situation identique à celle des argiles de Baden par rapport au *calcaire à Nullipores de la Leitha.*

Parmi le grand nombre d'espèces communes aux couches argileuses et sableuses du 2e étage méditerranéen dans le bassin de Vienne (Baden, Vöslau, Enzesfeld, etc.), et à celui de Cabrières (Cabrières-d'Aigues, Visan, Saint-Genis d'Aoste) dans le bassin du Rhône, il faut citer comme les plus caractéristiques :

Murex vindobonensis Hörn.
Nassa Dujardini Desh.
Terebra modesta Defr.
— *acuminata* Bors.
Ancilla glandiformis Lam.
— *obsoleta* Broc.
Conus Mercati Broc.
— *canaliculatus* Broc.
Pleurotoma Jouanneti Desm.
— *asperulata* Lam.
— *granulato-cincta* Münst.
Mitra fusiformis Broc.
Mitra ebenus Lam.
Cerithium lignitarum Eichw.
Turritella bicarinata Eichw.
Natica Moirenci F. et T.
Vermetus carinatus Hörn.
Trochus angulatus Eichw.
Arca turonica Duj.
— *Noæ* L.
Cardita Jouanneti Bast.
— *Partschi* Goldf.
Venus islandicoides Lam.

Il existe en outre dans les deux bassins des espèces qui, sans être identiques, doivent être considérées comme de véritables



Là finissent dans le bassin de Vienne, comme dans celui du Rhône, les faciès franchement marins du Miocène. Les horizons qui succèdent aux argiles de Baden indiquent une séparation plus ou moins complète d'avec la mer miocène et une dessalure progressive des eaux.

Sarmatique. — Sur le 2e étage méditerranéen et souvent en discordance avec lui, on voit, sur tout le pourtour du bassin de Vienne, un étage à faune saumâtre et uniforme, souvent désigné sous le nom de *couches à Cérithes*, en raison de l'abondance des *Cerithium pictum* Bast., *rubiginosum* Eichw., *disjunctum* Sow., *spina* Partsch, *nodoso-plicatum* Hörn. M. E. Suess (1) a montré que le caractère réellement spécial de cette faune ne lui était pas donné par ces Cérithes, — qui se retrouvent en plus ou moins grande abondance à d'autres niveaux du Miocène de Vienne, — mais par quelques autres espèces de Mollusques, telles que *Trochus podolicus* Partsch, *Donax lucida* Eichw., *Mactra podolica* Eichw., *Ervilia podolica* Eichw., *Tapes gregarea* Partsch, qui se rencontrent exclusivement à ce niveau. Ces espèces font défaut dans tout le Miocène de l'Europe occidentale, à l'ouest du bassin de Vienne, mais ont au contraire vers l'est une grande extension géographique, en Styrie, en Hongrie, dans la Russie méridionale jusqu'à la mer Noire et à la Caspienne. L'extension de cette faune indique l'emplacement d'une vaste mer dessalée, située tout entière en dehors du bassin de la Méditerranée actuelle et dont M. Suess a désigné les dépôts sous le nom de *couches sarmatiques*.

Selon les idées de MM. Suess et Fuchs,— idées qui ont, il est vrai, été combattues par M. Bittner (2) et par M. de Stefani (3) — la faune sarmatique se composerait de deux sortes d'éléments, dont les uns seraient un reste appauvri, mais ayant persisté sur place, de la faune du 2e étage méditerranéen, tandis que les autres, comprenant les espèces citées plus haut, seraient un apport oriental d'une faune analogue à celle de la mer Noire actuelle.

Les couches sarmatiques se sont étendues dans tout le bassin intra-alpin de Vienne, mais ont pénétré aussi dans la région extra-alpine, où M. Suess a découvert dans la vallée d'Ober-Hollabrunn le lambeau le plus occidental connu de cette formation. Dans les environs de Vienne (Nusdorf, Hernals, Liesing, Brunn, Baden,

(1) E. Suess, *Sitz. Akad. Wiss. Wien*, 1866, t. 54, p. 218.

(2) Bittner. — Ub. d. Charakt. d. Sarmat. Fauna (*Jahrb. geol. Reichs anst.*, 1883, p. 131). Noch ein Beitrag zur neueren Tertiarliteratur (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1886, t. 36).

(3) De Stefani, loc. cit., p. 57.

Lesbersdorf, etc.), on y distingue un horizon inférieur d'argiles bleues ou *Tegel de Hernals*, et un horizon supérieur sableux à *Donax lucida* et nombreux Cérithes.

Il n'existe dans le bassin du Rhône aucun représentant des couches sarmatiques et il est même impossible encore de déterminer d'une manière précise quelles sont, dans le Miocène du Sud-Est, les couches contemporaines de ce dépôt. Elles ne peuvent guère être cherchées que dans les quelques mètres de sables marins peu fossilifères qui, à Cucuron, par exemple, surmontent les marnes de Cabrières et sont immédiatement recouvertes par les couches saumâtres à *Hipparion* de l'étage pontique.

Pontique. — 1. *Couches à Congeria subglobosa.*

L'abaissement des lignes de rivage du 2e étage méditerranéen au niveau de la mer sarmatique était seulement le précurseur d'un abaissement encore plus grand (1) qui répond au dépôt des couches à *Congeria subglobosa*. Cet abaissement a été accompagné, dans les environs de Vienne, de phénomènes de ravinement intenses, par suite desquels les couches à Congéries se trouvent au fond de vallées creusées dans le 2e étage méditerranéen et le Sarmatique. Ainsi, à Brunn, au sud de Vienne, j'ai pu observer que le niveau supérieur des couches à Congéries était à 30m en contre-bas de la partie supérieure des argiles de Baden.

La formation à Congéries ou *Pontique* (en raison du développement de ces couches dans la région du Pont-Euxin) débute à Vienne par une couche limite grossière à *Congeria triangularis*, puis vient une argile bleue puissante avec lits sableux intercalés, dans laquelle se trouve une faune saumâtre où dominent à Brunn, à Inzersdorf par

qu'il n'y a *aucune espèce commune* entre les couches à Congéries de Vienne et celles de la vallée du Rhône et de l'Italie, ce qui permet de supposer *a priori* une différence d'âge entre ces formations, malgré la similitude de faciès général lithologique et faunique. L'étude des faunes de Mammifères et celle de la position stratigraphique de ces horizons à Congéries s'accordent pour démontrer que les couches à Congéries du bassin de Vienne sont plus anciennes que celles du bassin du Rhône et appartiennent à l'extrême base du Miocène supérieur, tandis que celles du Sud-Est de la France se rapportent tout à fait à la fin de ce grand étage et affectent d'étroits rapports stratigraphiques avec les formations pliocènes.

2. *Graviers du Belvédère.* — Au-dessus des couches à Congéries, la série miocène de Vienne continue par une formation fluviatile, les *graviers du Belvédère*, formés de sables et de cailloutis à patine ferrugineuse, provenant des régions primitives du massif bohême et qui s'étalent en une vaste nappe sur tout le bassin ; à Inzersdorf, près de Vienne, on voit ces graviers raviner nettement la partie supérieure des couches à Congéries. D'après M. Suess, ces cailloutis représentent les apports torrentiels d'une rivière venue de l'ouest et ayant construit son delta en aval de Krems.

Il existe une remarquable analogie de faciès et de situation entre ces cailloutis miocènes du bassin de Vienne et la grande nappe de *cailloutis impressionnés* qui couronne également les formations miocènes du bassin du Rhône depuis les environs de Vienne jusqu'à la Provence, et qui, dans le bassin de la Durance, forme, sous le nom de *plateau de Valensole*, un véritable delta triangulaire tout à fait comparable à celui de la Basse-Autriche.

Mais le parallélisme précis de ces diverses formations saumâtres et fluviatiles du Miocène supérieur du bassin du Danube avec les formations similaires du Sud-Est de la France sera encore mieux éclairci à l'aide des faunes des Vertébrés terrestres.

Faunes de Vertébrés miocènes du bassin de Vienne.

Premier étage méditerranéen. — Les débris de Mammifères sont jusqu'ici extrêmement rares dans le *1er étage méditerranéen*.

Parmi les Mammifères marins, le *Squalodon barrienſe* Jourdan a été trouvé à Linz (Haute-Autriche) (1) dans des sables blancs à *Pecten præscabriusculus* reposant directement sur le granite et appar-

(1) E. Suess, Neue Reste von Squalodon aus Linz (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 18, p. 287).

tenant à l'*horizon d'Eggenburg*. On sait que le type de cette espèce provient de la mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* de Bari (Drôme) (1), c'est-à-dire exactement du même niveau stratigraphique qu'en Autriche.

Des côtes d'*Halitherium* sont assez fréquentes dans les sables de l'horizon d'Eggenburg à Linz et à Eggenburg.

Pour les Mammifères terrestres, le document le plus important consiste dans une belle mandibule, quelques molaires isolées et un astragale d'un Pachyderme de la famille des *Anthracothéridés*, trouvé à Eggenburg, à la partie supérieure des sables marneux de l'*horizon de Gauderndorf*. Ces débris, qui se trouvent à l'Université de Vienne (sauf deux arrière-molaires supérieures qui sont à Eggenburg),ont été déjà signalées par Neumayr (2) en 1888 et attribuées à un *Hyopotamus* dont la taille serait plus du double de celle de l'espèce de Ronzon. J'ai pu examiner ces belles pièces à Vienne et à Eggenburg et je pense qu'il s'agit plutôt d'une espèce du genre *Anthracotherium*, bien que la forme des denticules supérieurs des arrière-molaires soit un peu moins ronde, un peu plus comprimée en demi-croissants que dans l'*A. magnum* de l'Oligocène et se rapproche par conséquent un peu de l'*Hyopotamus*. Autant qu'il est possible d'en juger par une comparaison à distance, l'animal d'Eggenburg paraît se rapprocher beaucoup de l'*Anthracotherium onoideum* Cuv. des sables de l'Orléanais, qui appartient aussi, comme on le verra plus loin, au *premier étage méditerranéen*. La présence simultanée d'un *Anthracotherium* en France et en Autriche dans les couches de ce niveau, jointe à d'autres faits qui seront signalés plus loin pour la Touraine, s'accordent pour montrer le caractère archaïque de la faune terrestre du 1er *étage méditerranéen*.

Parmi les documents relatifs à cet étage, il faut ajouter la belle mandibule de *Listriodon splendens* Mey., trouvée dans les environs [redacted] Mannersdorf et conservée dans la collection paléontolo- [redacted] ce type, franchement miocène, passe

niveau de Grund (1). Ces couches ligniteuses ont fourni en divers points de l'Autriche et de la Styrie d'importants gisements de Mammifères terrestres.

L'une des plus riches localités est celle d'Eibiswald et de Feisternitz (Styrie), connue par les travaux de MM. E. Suess, Peters (2), Hofmann (3) et dont les types les plus importants sont dans la collection de l'Institut géologique à Vienne. Cette faune comprend :

Amphicyon intermedius Peters.
Viverra miocenica Peters.
Mastodon angustidens Cuv.
Hyotherium Sommeringi v. Meyer.
— *Meissneri* v. Meyer.
Rhinoceros sansaniensis Lart.
Acerotherium austriacum Peters.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Chalicomys Jœgeri v. Meyer.
Palœomeryx cf. *Bojani* v. Meyer.
Trionyx styriacus Peters.
Chelydropsis carinata Peters.
Emys pygolopha Peters.
— *Mellingi* Peters.

Dans les lignites de Göriach, près Turnau (Styrie), MM. Hörnes (4), Toula (5) et Hofmann ont décrit les espèces suivantes :

Pliopithecus antiquus Lart.
Felis turnauensis Hörn.
Cynodon ? göriachensis Toula.
Dinocyon göriachensis Toula.
Amphicyon cf. *intermedius*.
Chalicomys Jœgeri Kaup.
Mastodon angustidens Cuv.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Acerotherium aff. *austriacum* Peters.
Rhinoceros minutus Cuv.
Hyœmoschus crassus Lart.
Dicrocerus elegans Lart.
— *fallax* Hörn.
— *minimus* Toula.

Auprès de Wies (Styrie), à Vordesdorf, Steieregg, Schönegg, et aux environs de Voitsberg (Voitsberg, Stallhofen), des lignites du même âge ont fourni les types suivants (6).

Lutrictis Valetoni Geof.
Mastodon angustidens Cuv.
Palœomeryx eminens v. Mey.
Hyœmoschus crassus Lart.
— *Peneckei* Hofm.
Hyœnarctos brevirhinus Hofm.
Trochictis taxodon Gerv.
Chalicomys Jœgeri Kaup.
Sorex styriacus Hofm.

(1) HILBER, Fauna der Pereirœa-Schichten von Bartelmœ in Unter-Krain (*Sitz. k. Akad. Wien*, 1 décembre 1892).

(2) PETERS, Zur Kenntniss d. Wirbelth. aus d. Miöcen. von Eibiswald in Steiermark (*Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, vol. 29 et 30, 1868-69).

(3) HOFMANN, Uber einige Saügeth. aus. d. Mioc. von Feisternitz bei Eibiswald (*Zeitsch. d. berg. u. hütt. Vereines für Kärnten*, VII, 1875).

(4) HÖRNES, Saügeth. Reste aus. d. Braunkhole v. Göriach bei Turneau (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, t. 32, 1882, p. 153).

(5) TOULA, Einige neue Saügethierreste aus. d. Braunkhole von Göriach (*Verhandl. geol. Reichs.*, 1882, p. 274). — ID., Uber einige Saügethiere von Göriach bei Turnau (*Jahbr. geol. Reichsanst.*, 1884, p. 385).

(6) HOFMANN, Beitr. z. Kenntniss d. Saügeth. aus d. Miocen von Vordersdorf bei Wies (*Jahrb. geol. Reichsanst.*, 1888, t. 38). — ID., Beitr. z. mioc. Saügethier fauna d. Steiermark (*Id.*, 1892, t. 42). — ID., Uber einige Saugethierreste aus d. Braunkohle von Voitsberg und Steieregg, bei Wies (*Id.*, 1887, t. 37, p. 207).

A un niveau sans doute peu différent, vers la base du 2e étage méditerranéen, appartiennent les lignites du Labitschberg, près Gamlitz (Styrie), où M. Hofmann (1) indique les espèces suivantes :

Mustela gamlitzensis v. Mey.
Antilope cristata Bled.
Palæomeryx Bojani v. Mey.
Dicrocerus furcatus Hens.
Hyæmoschus crassus Lart.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.

Dans la Basse-Autriche, au sud de Vienne, les lignites de Leiding, près Pitten, occupent une position analogue et contiennent fréquemment des débris de Mammifères, parmi lesquels j'ai observé à l'Université de Vienne :

Anchitherium aurelianense Cuv.
Hyotherium Sœmmeringi v. Mey.
Rhinoceros sp.
Hyæmoschus crassus Lart.
Chalicomys minutus v. Mey.
Amphicyon sp.

Le *Mastodon turicensis* Schinz a été trouvé à Jauling dans le même niveau.

Dans le bassin extra-alpin, à Guntersdorf, dans les sables de Grund, a été trouvée une mâchoire supérieure de *Mastodon angustidens* (Hof Muséum).

On voit que la faune de ces couches ligniteuses de la base du 2e étage méditerranéen est assez uniforme et comprend parmi les types les plus répandus et les plus caractéristiques de cet horizon

Pliopithecus antiquus Lart.
Mastodon angustidens Cuv.
Anchitherium aurelianense Cuv.
Hyæmoschus crassus Lart.
Dicrocerus elegans Lart.
Trochictis taxodon Gerv.

C'est une faune franchement miocène, tout particulièrement semblable à la faune de Sansan en France, et, comme elle, dépourvue de toute espèce à cachet oligocène, si l'on excepte le *Lutravictis*

j'ai pu noter les espèces suivantes de divers niveaux du 2e étage méditerranéen :

Mastodon angustidens Cuv.	Dornbach, Vordersdorf, Loretto, près Vienne.
Dinotherium giganteum Kaup.	Bruck, Breitenbrunn (Leithagebirge).
Anchitherium aurelianense Cuv.	Bruck, a. Leitha.
Rhinoceros cf. ***sansaniensis*** Lart.	Breitenbrunn, Margarethen.
Dicrocerus furcatus Hens.	Eisenstadt.
Dorcatherium vindobonense.	Sables de Neudorf.
Antilope cristata Bied.	Mannersdorf a. Leitha.

La même faune avec *Mastodon angustidens*, *M. turicensis*, *Listriodon splendens* se retrouve, d'après M. E. Suess (1), dans les couches du 2e étage méditerranéen, du bassin hongrois.

Cette faune ne saurait être distinguée de celle de l'horizon de Grund ni de celle de Sansan en France ; le petit nombre d'espèces qui la composent se retrouvent presque toutes d'ailleurs dans la faune de la Grive-St-Alban (Isère) et dans celle de la mollasse d'eau douce supérieure de Suisse, de Wurtemberg et de Bavière.

Etage sarmatique. Les couches sarmatiques des environs de Vienne contiennent fréquemment des débris de Mammifères, dans les argiles bleues de la base de l'étage à Nussdorf, Hernals, Türkenschanze, Hailigenstadt. Les uns sont marins comme *Pachyacanthus Suessi* et *trachyspondylus* Brandt, *Phoca pontica* Eichw., etc.

D'autres sont terrestres et je puis citer notamment, d'après les collections de l'Université et du Hof Muséum de Vienne :

Anchitherium aurelianense Cuv.	Hernals, Atzersdorf.
Listriodon splendens v. Mey.	Nussdorf, Hailigenstadt, Atzersdorf.
Sus sp.	Hernals.
Rhinoceros sp.	Liesing, Atzersdorf.
Palæomeryx eminens v. Mey.	Nussdorf.
Dicrocerus furcatus Hensel.	Atzersdorf, Turkenschanze.
— cf. ***dicranocerus*** Kaup.	Hailigenstadt.
Mastodon angustidens Cuv.	Atzersdorf.
Dinotherium giganteum Cuv.	Turkenschanze.
? ***Hyæmoschus*** sp.	Loretto.

Il faut ajouter à cette liste deux Antilopidés représentés par des chevilles osseuses de cornes : l'un provient d'Hailigenstadt et m'a paru se rapprocher du groupe des petites Antilopes de Sansan ; l'autre, d'Atzersdorf, est du groupe des Tragocéridés et peut appartenir à une forme nouvelle qui rentre probablement dans le genre *Protragocerus* Dep., créé pour une espèce assez commune à la Grive-St-Alban.

(1) E. Suess, *Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien*, 1863, t. 47, p. 306.

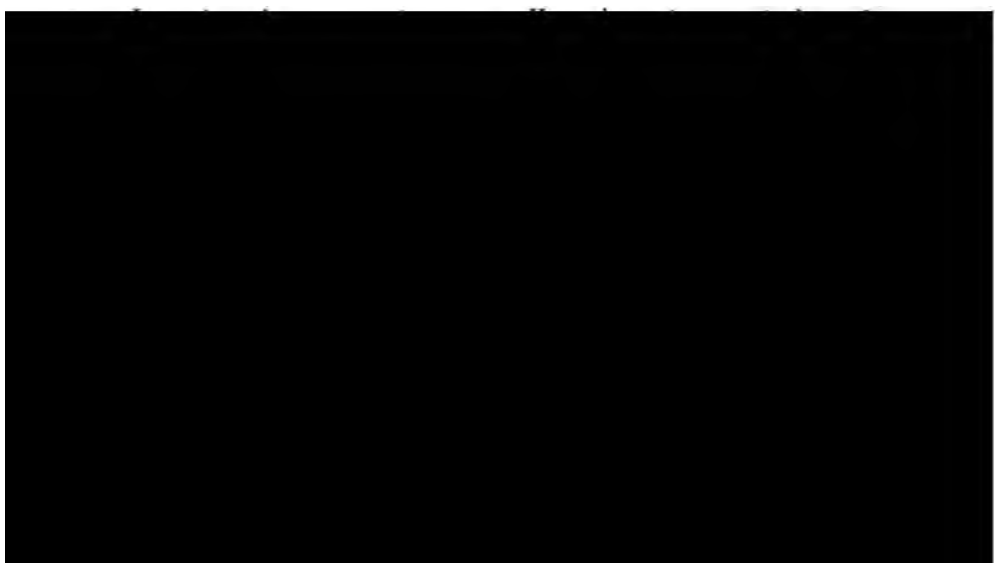
Malgré la présence de ce dernier type qui annonce les Antilopidés de la faune de Pikermi, le caractère d'ensemble de la faune des Mammifères sarmatiques est encore semblable à celui du 2e étage méditerranéen, c'est-à-dire de l'*horizon de Sansan*, dont cet étage contient les formes les plus caractéristiques, telles que : *Anchitherium aurelianense*, *Mastodon angustidens*, *Listriodon splendens*. Ces caractères vont se modifier d'une manière brusque et complète dès qu'on arrive à l'étage pontique.

Etage pontique. Avec les couches à *Congeria subglobosa* on voit apparaître dans les environs de Vienne, une faune mammalogique nouvelle, caractérisée surtout par le *Mastodon longirostris* qui remplace le *M. angustidens*, par l'*Hipparion gracile* se substituant à l'*Anchitherium*, par la disparition du *Listriodon*, et de beaucoup d'autres formes de l'horizon de Sansan.

Cette même faune se maintient sans modification notable dans l'horizon fluviatile des graviers du Belvédère, qui terminent le Miocène du bassin de Vienne :

De l'ensemble de cet étage pontique, j'ai pu noter dans la collection du Hofmuséum et de l'Université de Vienne.

Mastodon longirostris Kaup.	St-Marxerlinie, Belvédère à Vienne.
Dinotherium giganteum Kaup.	Belvédère, Brunn, Wolfersdorf, Mittelbuck, Hôbersdorf, etc.
Rhinoceros Schleiermacheri Kaup.	Belvédère, Matzleinsdorflinie.
Acerotherium incisivum Kaup.	Inzersdorf (c. à Congéries).
Hipparion gracile Kaup.	Inzersdorf (c. à Congéries), Belvédère.
Sus palæochœrus Kaup.	Belvédère.
Dicrocerus dicranocerus Kaup.	St-Marxerlinie.
Cervus (taille de *Matheroni* Gerv.).	Couches à Congéries de Vienne.
Machairodus cultridens Kaup.	Zilligsdorf.



à fait semblable se produit en France avec la fin du régime marin miocène. Tandis que le Miocène marin du Dauphiné et de Provence, y compris les couches à *Cardita Jouanneti*, correspond à une faune mammalogique (La Grive Saint-Alban, Romans, Mirabeau) extrêmement voisine par son ensemble de la *faune de Sansan*, on voit au contraire apparaître, dès la base des couches saumâtres à *Nassa Michaudi* du Dauphiné et à *Melanopsis Narzolina* de Provence, une nouvelle faune caractérisée par l'abondance de l'*Hipparion* et des types de Pikermi. Cette même faune se perpétue du reste aussi dans les graviers fluviatiles qui, dans le bassin du Rhône, comme dans celui du Danube, correspondent à la fin du Miocène.

Il résulte de cette comparaison que les couches saumâtres et d'eau douce (mollasse d'eau douce supérieure) du Miocène supérieur dans la vallée du Rhône ne sont pas *tortoniennes*, comme on l'a pensé jusqu'ici, ne sont même pas *sarmatiques*, mais appartiennent déjà à l'étage *Pontique* et sont le véritable équivalent des couches à *Congeria subglobosa* de Vienne (1), tandis que les limons à *Hipparion* du Léberon et les cailloutis impressionnés du Rhône et de la Durance restent ainsi l'équivalent exact des graviers du Belvédère. Enfin les couches à Congéries du bassin du Rhône, qui ravinent les graviers miocènes, représentent un horizon encore un peu postérieur à ces derniers.

Dans la région intermédiaire entre le bassin du Rhône et celui de Vienne, région qui comprend la Suisse, et le bassin du haut Danube en Wurtemberg et en Bavière, les parallélismes de détail du Miocène sont rendus plus difficiles par le grand fait, déjà annoncé par M. Suess, que le faciès marin du Miocène s'y prolonge moins longtemps qu'aux deux extrémités des Alpes, de sorte que la plus grande partie du 2e *étage méditerranéen* s'y trouve représenté par des faciès saumâtre et d'eau douce (*obere Süsswasser-Molasse*). Ainsi, la mer *tortonienne* formait sur le versant nord des Alpes deux golfes fermés : l'un, dans la vallée du Rhône, ne dépassait pas la latitude de Lyon; l'autre, dans la basse vallée du Danube, n'atteignait pas à l'ouest le défilé de ce fleuve à Krems, selon les recherches de M. Suess.

(1) Une confirmation de ce parallélisme est fournie par l'*Unio atavus* Partsch, des couches à Congéries de Brunn, qui se retrouve dans les sables d'eau douce de Montvendre (Drôme), où elle a été distinguée par Fontannes comme forme locale sous le nom d'*Unio Sayni*, qui est à mes yeux à peine une variété du type des environs de Vienne.

SUISSE

Revenant d'abord à l'ouest, en Suisse, je reprendrai l'étude du Miocène, au point où il a été abandonné plus haut, c'est-à-dire à l'est de la Savoie et des chaînes du Jura français.

I. — Aquitanien.

Le substratum du Miocène est constitué d'une manière générale en Suisse par une formation saumâtre, avec Cyrènes, Potamides et *Helix Ramondi*, qui prolonge les formations analogues de la vallée du Rhône et indique l'existence à la fin de l'Oligocène d'une ceinture continue de lagunes basses, réunissant la mer qui était sur la côte de Provence avec celle qui remontait la vallée du Danube, au moins jusqu'en Bavière.

Dans les cantons de Genève et de Vaud, l'Aquitanien désigné sous le nom de *mollasse d'eau douce inférieure* comprend une série épaisse de sables, de grès, avec intercalation de bancs marneux et calcaires, de couches de lignite, ou d'amas de gypse ; contre le Jura, il prend un faciès plus continental de marnes rouges à *Helix oxystoma*, *rugulosa* (Montcherand, Agiez près Orbe).

Auprès de Lausanne, à la Conversion, on voit au-dessus d'une mollasse rouge, une série de grès, de marnes, de calcaires bitumineux ayant une grande analogie de faciès avec l'Aquitanien de Manosque, et contenant aussi du lignite (mine de Rochette) en deux bancs séparés par une assise marno-gréseuse dure à *Helix Ramondi* Brg.

Port., *E. sulcata* Port., *Pleurosternon miocænum* Port., *Kinixys Gaudini* (Pict. et Humb.) (1).

A Boudry, près Neuchâtel, on a recueilli dans l'Aquitanien une demi-mandibule de *Vespertilio* (Mus. Lausanne).

Selon M. le professeur Renevier, le faciès de la mollasse d'eau douce inférieure est plus saumâtre au pied du Jura, notamment près d'Yverdon (Epentaire, Oulens, St-Sulpice), où elle contient *Potamides margaritaceus* Broc., *Neritina Ferussaci*.

Les gisements de plantes du moulin Monod et de Dezaley, près Rivaz, sur le lac de Genève, ceux des environs d'Oron sont intercalés dans la mollasse à lignite aquitanienne.

Plus à l'est, dans la Suisse centrale, à travers les cantons de Berne, de Soleure, d'Argovie, de Lucerne, de Zug et de Zürich, la mollasse aquitanienne affleure suivant deux bandes, l'une au sud *(bande subalpine)*, l'autre au nord *(bande subjurassienne)* du grand synclinal constitué par les terrains néogènes de la plaine suisse. La bande méridionale, mélangée de bancs caillouteux (Nagelfluh), se prolonge à l'Est par le Schattenberg, le Righi, le Rossberg, le Hohe Rhonen; de ce dernier massif à Greit, le Musée de Zurich contient : *Amphicyon intermedius*, *Rhinoceros Goldfussi*, *Hyotherium Meissneri*, *Microtherium Renngeri*. A Bumbachgrabe, au S.-E. de Berne, on a recueilli *Anthracotherium magnum* Cuv., *A. hippoideum* Rutim., *Acerotherium incisivum* Kaup, *Palæomeryx* (musée de Berne). La bande septentrionale passe par la localité fossilifère d'Aarwangen près Langenthal, où on a trouvé : *Anthracotherium hippoideum* Rut., *Hyopotamus borbonicus* Gerv., *Isiodoromys*, *Archæomys* (mus. de Berne), etc.

On voit que la faune terrestre de la mollasse d'eau douce inférieure de Suisse est essentiellement une *faune anthracothérienne*, tout à fait comparable à celle de St-Gérand-le-Puy (Allier), ainsi qu'à celle des lignites de Volx dans les Basses-Alpes.

II. — Mollasse grise de Lausanne.

Le faciès d'eau douce ou un peu saumâtre de la mollasse aquitanienne continue en Suisse dans les couches inférieures du *Miocène*, constituées dans les environs de Lausanne (ravin du Flon par exemple), par une masse épaisse d'environ 200^{m} de sables et de

(1) Pictet et Humbert, Monog. d. Chél. de la mollasse suisse (*Matér. paléont. suisse*, 1856). — Portis, Les Chél. de la mollasse vaudoise (*Mém. soc. paléont. suisse*, t. IX, 1882).

grès fins micacés glauconieux, avec intercalation de bandes plus marneuses qui sont le gisement des plantes terrestres assez fréquentes dans cette région. En haut, cette assise fluviatile ou lacustre passe insensiblement, sur le plateau d'Epalinges, au nord de Lausanne, aux sables un peu plus grossiers de la mollasse marine.

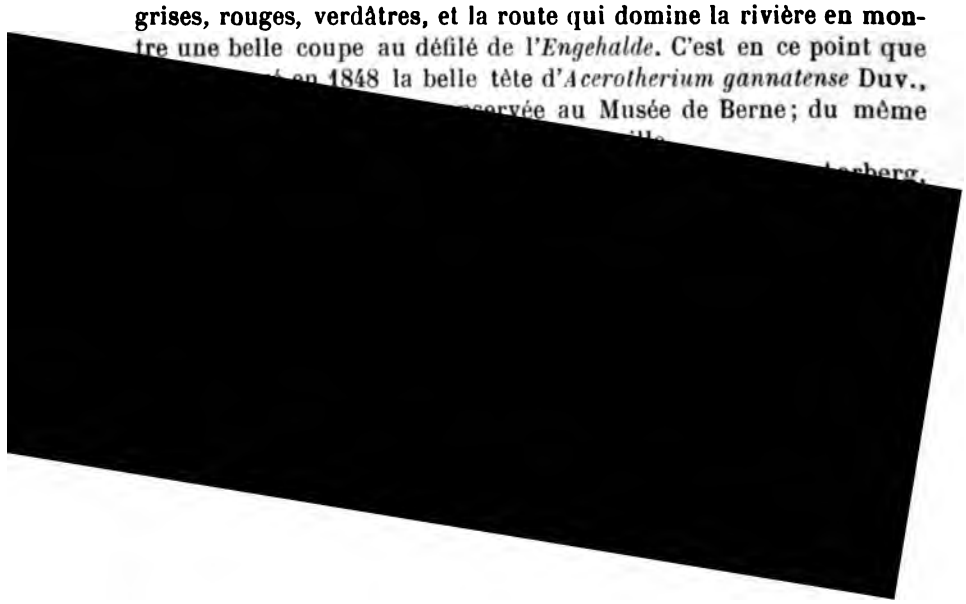
La ville de Lausanne est bâtie sur cette *mollasse grise* d'eau douce, riche en débris de Chéloniens (gisement du Tunnel et de la Borde) appartenant aux espèces suivantes (1) : *Testudo Escheri* Pict. et Humb., *Kinixys Gaudini* (Pict. et Humb.), *Ptychogaster rotundiformis* Goll., *Cistudo Razoumowskyi* Pict., *C. Morloti* Pict., *C. Heeri* Port., *C. Portisi* Goll., *C. Kunzi* Goll., *Emys* sp., *Trionyx Lorioli* Port., *Trachyaspis Lardyi* v. Meyer.

Les Mammifères terrestres y sont aussi assez abondants. M. le prof. Renevier m'a montré au musée de Lausanne un petit *Rhinoceros* à molaires supérieures dépourvues de bourrelets basilaires mais à vallée très ouverte comme dans les *Acerotherium*, peut-être le *Rhinoceros minutus* Cuv. de Moissac. Il existe aussi dans la même collection un véritable *Acerotherium* assez gros, d'espèce indéterminée.

Les Mollusques de ce niveau sont : *Unio flabellatus* Goldf., des Limnées (*L. pachygaster* Thom., *urceolata* Braun, *subbuelata* Sandb. quelques *Helix* (*H. moguntina* Desh., *H. lausannensis* Dum. et Mort.)

Aux Cheires, sur les bords du lac de Neufchâtel, le même horizon a fourni *Steneofiber minutus* v. Meyer.

La mollasse grise de Lausanne se retrouve à Berne avec un faciès semblable à celle du canton de Vaud. La boucle de l'Aar, en aval de Berne, est creusée dans cette assise de sables et de grès fins micacés avec intercalation de couches argileuses et marneuses grises, rouges, verdâtres, et la route qui domine la rivière en montre une belle coupe au défilé de l'*Engehalde*. C'est en ce point que [illegible] en 1848 la belle tête d'*Acerotherium gannatense* Duv., [illegible] conservée au Musée de Berne; du même [illegible]



Les sables gris d'eau douce de Berne vont reposer sur l'Aquitanien de la bande subjurassienne,qui se développe plus au nord vers Arwangen ; d'autre part ils passent insensiblement vers le haut, notamment dans la colline de Bantigerhugel au N.-E. de Berne, à une mollasse marine pauvre d'abord en fossiles (carrières de la Stockeren) et couronnée à son tour, suivant les indications que m'a données M. de Fellenberg, par le *Muschelsandstein*.

Ainsi, au-dessus de l'Aquitanien saumâtre, il existe en Suisse, au moins depuis Lausanne jusqu'au delà de Berne et sans doute aussi dans toute la Suisse Orientale, une puissante assise de sables mollassiques d'eau douce caractérisée par une riche flore *(flore de Lausanne)*, par de nombreuses Tortues d'eau douce, et par une faune de Mammifères terrestres des genres *Rhinoceros*, *Acerotherium*, *Palæomeryx*, *Hyotherium*, *Amphicyon*, *Steneofiber*; l'ensemble de cette faune, qui demanderait une étude spéciale approfondie, présente un caractère général *miocène*, bien que certaines espèces, en particulier les *Acerotherium*, conservent un faciès archaïque qui les rapproche des types oligocènes. Cette dernière observation est à rapprocher de la tendance archaïque, indiquée plus haut pour les Mammifères terrestres des sables de l'Orléanais et du 1er étage méditerranéen d'Autriche.

La *mollasse grise de Lausanne* doit donc être rapportée, aussi bien par la stratigraphie que par sa faune de Mammifères, à l'extrême base du Miocène et représente en Suisse, *sous un faciès d'eau douce* (dans une région que n'avait pas encore atteinte la transgression marine), les sables à *Scutella paulensis* du bassin du Rhône, ainsi que les *sables de Gauderndorf* dans le bassin de Vienne. C'est d'ailleurs ce parallélisme qui a fait désigner généralement cette assise, en Suisse, sous le nom de *Langhien*, nom que j'ai évité, à dessein, d'employer jusqu'ici dans ce mémoire.

III. — Mollasse marine.

1. *Horizon inférieur* (*Muschelsandstein*). La transgression marine miocène atteint la Suisse après le dépôt de la mollasse de Lausanne. Insensiblement on voit cette dernière devenir un peu plus grossière, moins marneuse, souvent glauconieuse, et bientôt on y découvre quelques traces, rares d'abord, d'organismes marins. C'est ce qu'on peut observer aisément à Lausanne sur le plateau d'Epalinges, et à Berne dans les carrières de la Stockeren. On arrive ainsi progressivement à une assise de grès plus ou moins grossier, souvent rempli de moules et d'empreintes de coquilles marines, que les géologues

suisses désignent sous le nom de *Muschelsandstein*. L'ensemble de ces zones inférieures de la mollasse suisse correspond à l'assise que M. Mayer-Eymar désigne dans ses tableaux sous le nom de Helvétien II (1). Parmi les localités les plus riches de cet horizon, il faut citer de l'ouest à l'est : Epalinges, Mont Lucens, les Esserts dans le Jorat de Lausanne ; la Molière, Vully, Brüttelen, Cormanon, Moncombert, dans le canton de Fribourg ; Burgdorf, Hutwil, dans la région de Berne ; Würenlos, Othmarsingen, Niederhasli, Mägenwyl, Killwangen, dans la région de Zürich. Dans les chaînes du Jura suisse, la mollasse marine de Sainte-Croix, Yverdon, la Chaux-de-Fonds, et de plusieurs localités du Jura bernois jusqu'à Délémont paraît, par ses fossiles, appartenir au même niveau.

La faune marine de cet horizon inférieur de la mollasse suisse comprend, suivant les déterminations de M. Mayer, une longue liste de près de 400 espèces, à la vérité presque toutes à l'état de moules peu déterminables, à l'exception des Huîtres et des Peignes. J'ai noté parmi les formes les plus caractéristiques de cet horizon, dans les musées de Lausanne, de Berne et de Zürich :

Ostrea crassissima Lam.
— *virginiana* Gmel.
Pecten restitutensis Font. (*latissimus* sec. Mayer).
— *subbenedictus* Font. (*benedictus* sec. Mayer).
— *præscabriusculus* Font. (*scabrellus* sec. Mayer).
— cf. *Davidi* Font.
— *palmatus* Lam. (= *crestensis* Font.).
Cardium commune Mayer.
— *præcellens* Mayer.
Tapes helvetica Mayer.
Turritella turris Bast.
Scutella helvetica May.
Cidaris avenionensis Desm.
Echinolampas scutiformis Leske
Dents de Squales.

Il sera très facile au lecteur de ce mémoire de reconnaître dans

Cardium qui forment, dans les environs de Zürich en particulier, de véritables bancs à ce niveau.

On peut donc conclure de ce rapprochement que, tandis qu'au début du Miocène (sables à Scutelles et sables de Gauderndorf), la Suisse était restée une région émergée où se sont déposés les sables d'eau douce de la mollasse de Lausanne, au contraire avec l'horizon de la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus*, la transgression marine était devenue assez intense pour couvrir entièrement la région suisse et pour déterminer la jonction du bras de mer du bassin du Rhône avec celui du bassin du Danube par le Wurtemberg et la Bavière.

Au point de vue des faunes de Vertébrés terrestres, l'horizon du *Muschelsandstein* a fourni en Suisse quelques rares documents, épars çà et là, ainsi que cela arrive d'habitude pour les formations marines.

Le musée de Lausanne possède du gisement de la Molière, près du lac de Neuchâtel : *Hyotherium Meissneri* v. Mey., *Chœromorus mammillatus* Lart., *Palæomeryx*, *Rhinoceros*, etc. et une mandibule de *Rhinoceros* de Morrens.

Au musée de Berne, j'ai noté de Brüttelen, près du lac de Bienne : *Hyotherium Meissneri* v. Mey., *Listriodon splendens* v. Mey., *Acerotherium* sp. ; d'Othmarsingen une canine d'*Hyotherium*.

La collection du Polytechnicum de Zürich renferme : de Würenlos, près Zürich, *Tapirus helveticus* v. Mey. ; de Benken (canton de Zürich), *Mastodon angustidens* Cuv., *Rhinoceros* ; de Maconnens (canton de Fribourg), une mandibule d'*Hyotherium Meissneri*.

Tous les types de cette faune appartiennent à l'horizon de Sansan ; on n'a jusqu'ici trouvé dans le *Muschelsandstein* aucune des formes archaïques des sables de l'Orléanais et d'Eggenburg.

2. *Horizon supérieur* (*Mollasse de Saint-Gall et de Berne*). Au-dessus du *Muschelsandstein*, le Miocène marin de Suisse continue par une série épaisse de sables, de grès, avec intercalations locales de conglomérats ou de marnes sableuses gris-bleuâtre. Ces dernières couches, bien développées au sud de Berne, à Imi et au Belpberg, au Rothsee, près Lucerne, ainsi qu'aux environs de Saint-Gall, constituent les gisements les plus riches de la mollasse marine suisse et contiennent, suivant les listes de M. Mayer, près de 500 espèces d'organismes marins, souvent, il est vrai, à l'état de moules intérieurs difficilement déterminables. Cet horizon répond à l'Helvétien III de ce géologue.

Parmi les espèces les plus nombreuses ou les plus intéressantes

de cette zone, je citerai, d'après les collections des musées suisses :

Ostrea tegulata Munst.
Pecten Hermansenni Dunk. (groupe du *P. benedictus*).
— *solarium* Lam.
— *Celestini* Mayer.
— *palmatus* Lam. (= *crestensis* Font.).
— *præscabriusculus* Font. (*scabrellus* in May.).
Cardium Darwini May.
— *præcellens* May.
— *edule* May.
Arca Fichteli Desh.
Cardita Jouanneti Bast. (forme à côtes rondes et rugueuses).
Tapes vetula Bast.
Venus islandicoides Lam.
— *plicata* Gmel.
Lutraria gallensis May.
Corbula carinata Duj.
Pholadomya alpina Math.
Eastonia rugosa Chemn.
Panopæa Menardi Desh.
Turritella vermicularis Broc.
— *bicarinata* Eichw.
Cerithium lignitarum Eichw.
Ancilla glandiformis Lam.
Columbella turonica May.
Mitra fusiformis Broc.
Pleurotoma asperulata Lam
— *calcarata* Grat.
— *semimarginata* Lam.
Pirula cornuta Ag.
Ficula condita Brg.
Tudicla rusticula Bast.
Nassa baccata Bast.

L'examen de cette liste montre que, parmi les Pectinidés, plusieurs espèces du *Muschelsandstein*, telles que *Pecten præscabriusculus*, *P. palmatus*, ainsi que les espèces de *Cardium*, passent dans la mollasse de Saint-Gall, et pourraient au premier abord faire supposer que ce dernier horizon appartient encore, comme le *Muschelsandstein*, au niveau de la mollasse marno-calcaire de Saint-Paul-Trois-Châteaux et d'Eggenburg. C'est l'opinion que M. E. Suess a défendue (1), en assimilant l'ensemble de la mollasse marine suisse au 1er étage méditerranéen du bassin de Vienne.

Mais il me paraît facile de se convaincre que la faune de Saint-Gall et de Berne contient un grand nombre d'espèces qui font leur première apparition à ce niveau et que l'on est habitué à considérer, en France et en Autriche, comme caractéristiques du 2e étage [illegible]. Je citerai en première ligne *Cardita Jouanneti*, très [illegible] de Saint-Gall et qui s'y montre sous la [illegible] lignes d'accroissement [illegible] probants

est une véritable faune de passage où persistent encore quelques espèces des horizons inférieurs, tandis qu'on y voit apparaître en grand nombre les formes de Mollusques destinées à devenir caractéristiques du deuxième étage méditerranéen. C'est justement un mélange semblable que, suivant les conclusions de M. Fuchs, on observe dans la *faune de Grund* et de Niederkreuzstäten, dans la Basse Autriche, et que nous retrouverons plus loin à Salles, en Touraine, et à la Superga. Je suis donc porté à considérer l'horizon de St-Gall et de Berne comme tout à fait parallèle à ces derniers, c'est-à-dire à la base du deuxième étage méditerranéen. Dans ce cas, l'horizon du Schlier d'Autriche ne peut être représenté en Suisse comme dans le bassin du Rhône, que par le puissant étage de grès et de sables qui sépare le Muschelsandstein des couches de St-Gall à *Cardita Jouanneti*.

Mollasse marine du Randen. — Il est à remarquer que, dans la Suisse orientale, de même qu'en Dauphiné, le maximum de transgression de la mer miocène correspond non pas au Muschelsandstein, mais à la base des couches à *Cardita Jouanneti* (Horizon de St-Gall). En effet, on observe sur le plateau du Randen, au nord de Schaffhouse et en quelques localités du plateau jurassique argovien (Herznach, Wölfliswyl, Ucken), des couches peu épaisses d'une mollasse marine de faciès et de faune assez spéciaux ; ces couches marines reposent directement sur les terrains jurassiques, sans intermédiaire de mollasse d'eau douce inférieure, et ont été attribuées généralement à un horizon du Miocène, plus ancien que le *Muschelsandstein*, sous les désignations de Helvétien I (Mayer) ou de Mayencien (Mœsch).

J'ai eu occasion de visiter les beaux affleurements de ces couches sur le plateau du Randen, à Altdorf, Wiechs, Zollhaus, etc. La succession stratigraphique est facile à observer dans les carrières au nord de Wiechs, où le Miocène marin consiste en quelques mètres de calcaire gréseux rosé en bancs épais alternant avec des délits marneux jaunâtres; on y recueille en grand nombre : *Ostrea caudata*, *O. tegulata*, *Pecten palmatus*, *Cardium*, *Turritella turris*, dents de Squales, etc. Entre Zollhaus et le Randen on voit cette mollasse reposer directement sur le Jurassique par l'intermédiaire d'un conglomérat à galets calcaires. Au-dessus de la mollasse marine, on observe à Wiechs et à Zollhaus quelques couches de marnes rouges et de calcaire blanc lacustre rognonneux, surmontées enfin par des bancs épais d'un poudingue à galets calcaires impressionnés (Nagelflühe jurassien). La présence d'*Helix sylvana* dans

le calcaire d'eau douce permet d'attribuer sûrement cet horizon à la mollasse d'eau douce suisse *(obere Süsswasser-Molasse)* dont il va être question plus loin. L'horizon marin du Randen est donc placé immédiatement au-dessous de la mollasse d'eau douce supérieure et occupe en conséquence une situation stratigraphique identique à la mollasse de Saint-Gall et de Berne.

La faune de la mollasse du Randen vient d'ailleurs confirmer ce parallélisme. Un coup-d'œil jeté sur les listes d'espèces publiées par M. Mayer suffirait déjà à montrer que la faune de cet horizon (Helvétien I) est plus semblable à celui de Saint-Gall (Helvétien III) qu'au Muschelsandstein (Helvétien II). Le savant paléontologiste de Zürich a du reste reconnu depuis longtemps les affinités de la faune du Randen avec les faluns de Touraine, et c'est sans doute par suite de la position stratigraphique beaucoup trop ancienne qu'il attribue aux faluns de Touraine (1) dans ses *Tableaux*, que la faune du Randen s'est trouvée ramenée par lui à l'extrême base de la série miocène marine de Suisse.

Les espèces les plus répandues dans l'horizon du Randen et que j'ai vues soit sur place, soit dans les collections suisses, sont les suivantes :

Ostrea caudata Münst.
— *tegulata* Münst.
— *Virginiana* May.
Pecten palmatus Lam.
— *Fuchsi* Font.
— cf. *benedictus* Lam.
Arca turonica Duj.
Cardita crassicosta Lam.
Corbula gibba Oliv.
Turritella turris Bast.
Melanopsis citharella Merian.
Nerita Plutonis Bast.
Cerithium Duboisi Hoern.
— *lignitarum* Eichw.
— *papaveraceum* Bast.
— *Zelebori* Hoern.
Pleurotoma Jouanneti Bast.
Conus canaliculatus Broc.
Columbella helvetica May.

table passage entre les deux faunes méditerranéennes et répond ainsi à l'horizon de Grund, de Salles, de la Touraine, de Turin. Je pense qu'il faut voir dans cette mollasse du plateau jurassique un simple faciès à Gastropodes, tout à fait littoral et même quelque peu lagunaire par places (avec *Melanopsis* et *Potamides*) de l'horizon de Saint-Gall. Dans cette manière de voir, qui me paraît justifiée par la paléontologie, la mollasse du Randen (comme celle des environs de Lyon et comme celle du Hochstrass d'Ulm), représente le produit d'une période de transgression maximum vers le nord de la mer miocène qui, au début du 2e étage méditerranéen, a débordé sur le plateau central français, sur le plateau du Randen et plus à l'Est sur le plateau de Souabe.

IV. — MOLLASSE D'EAU DOUCE SUPÉRIEURE (*obere Süsswasser-Molasse*).

Partout en Suisse, aussi bien dans les chaînes du Jura que dans la région centrale ou plateau tertiaire, on observe, au-dessus de la mollasse marine de l'horizon de Saint-Gall et du Randen, un puissant étage de couches d'eau douce, sableuses en général à la base, devenant souvent marneuses et calcaires en haut. Les plaquettes calcaires minces du sommet de l'étage sont particulièrement bien développées et fossilifères sur le plateau d'Œningen, près du lac de Constance, d'où le nom souvent employé par les géologues suisses d'étage *Œningien* pour désigner ces couches d'eau douce du Miocène supérieur. Le nom de *mollasse d'eau douce supérieure* (*obere Süsswasser-Molasse*) est encore plus généralement répandu.

Le faciès de l'étage est assez variable suivant les points. En se rapprochant du pied des Alpes, on voit s'intercaler dans les sables de la mollasse d'eau douce de puissantes nappes de conglomérats ou *nagelfluhe*, indiquant le caractère littoral de l'assise. A Käpfnach, sur le lac de Zurich, à Ellg, près Winterthur, et ailleurs, on y observe des bancs de lignite avec débris de Mammifères terrestres. L'élément marneux et calcaire domine en général d'autant plus que l'on s'éloigne du bord des Alpes pour se rapprocher du Jura ; dans l'intérieur même des chaînons jurassiens, des lambeaux surtout calcaires conservés au fond des synclinaux (Verrières, Délémont, Tramelan, Tavannes, le Locle, etc.) indiquent l'ancienne extension sur une grande partie du Jura du lac dans lequel s'est déposée la mollasse d'eau douce supérieure. L'épaisseur de l'assise peut atteindre en quelques points l'énorme chiffre de 300-500m.

La flore de la mollasse d'eau douce supérieure est extrêmement

riche, en particulier dans la célèbre localité d'Œningen, d'où Heer a fait connaître près de 500 espèces de plantes.

La faune comprend un grand nombre de Mollusques lacustres, fluviatiles ou terrrestres, récemment étudiés par Maillard (1), et parmi lesquels les plus abondants et les plus caractéristiques sont :

Glandina inflata, var. *porrecta* Gob.
Oleacina eburnea Klein.
Helix inflexa Klein.
— *exstincta* Rambur.
— *insignis* Schübl.
— *sylvana* Klein.
— *Larteti* Dupuy.
— *moguntina* Desh. (rare).
— *Christoli* Math. (rare).
— *carinulata* Klein.
Limnæa Jaccardi Maillard.
— *dilatata* Noul.
— *socialis* Schübl.
— *minor* Thom.
— *turrita* Klein.
Planorbis Mantelli Dunk.
— *depressus* Grep.
Melanoides Escheri Mer.
Anodonta Lavateri Mül.
Unio flabellatus Goldf.

On peut considérer comme particulièrement caractéristiques les *Helix sylvana* et *moguntina* qui, dans le bassin du Rhône, se rencontrent non pas dans la mollasse d'eau douce supérieure à *Hipparion*, mais bien dans les couches d'eau douce intercalées au milieu des assises miocènes marines, notamment à Mirabeau dans la vallée de la Durance. C'est là une première preuve que la mollasse d'eau douce supérieure de la Suisse n'est pas contemporaine des couches d'eau douce supérieures du bassin du Rhône (auxquelles elle a été assimilée à tort en raison de la ressemblance de faciès), mais bien à la partie terminale des couches marines miocènes, c'est-à-dire à l'étage que nous avons appelé plus haut *Tortonien*.

Une deuxième preuve plus probante encore est fournie par l'étude des Mammifères terrestres qui ont été recueillis en abondance dans quelques points de la mollasse d'eau douce supérieure de Suisse.

Les lignites de Käpfnach, au sud de Zurich, ont fourni au musée du Polytechnicum de Zurich les espèces suivantes :

...angustidens Cuv.
Cervus lunatus v. Meyer.
Trochictis carbonaria v. Meyer.
Chalicomys Jægeri Kaup.

De Buthenthal, près Urwil (canton de Saint-Gall), provient (*Polytechnicum* de Zurich) :

Sus wylensis v. Mey. (= *Hyotherium medium*).

Du tunnel d'Arlikon à Röthel, près Zurich, on connaît :

Acerotherium Goldfussi Kaup. *Mastodon* aff. *angustidens* Cuv.

Dans la région jurassienne, les couches sableuses inférieures de la mollasse d'eau douce sont connues sous le nom de *Sables à Dinotherium*, en raison de la présence constante des débris de ce Proboscidien ; il convient de rappeler notamment la belle mandibule de *D. giganteum* du mont Chaibeut, près Delsberg (Jura Bernois), conservée au Musée de Berne.

Le calcaire lacustre de Vermes (Jura Bernois) a fourni : *Cricetodon medium* Lart., *Lagomys verus* Hensel, *Acerotherium incisivum* Kaup, *Palæomeryx eminens* v. Mey.

Au même niveau appartiennent les marnes d'eau douce de la *Chaux-de-Fonds*, où la faune terrestre, étudiée par M. Bayle (1), comprend : *Mastodon angustidens* Cuv., *Dinotherium giganteum* Kaup, *Listriodon splendens* v. Meyer, *Dicrocerus*, *Palæomeryx*, etc.

A Œningen, sur le lac de Constance, les sables inférieurs de la mollasse d'eau douce ont fourni le *Mastodon angustidens* (mus. Constance), tandis que les couches supérieures marno-calcaires contiennent : *Palæomeryx eminens* v. Mey., *Lagomys verus* Hens., *Mus.* sp., *Sciurus Bredai* v. Mey., *Galecynus œningensis* Ow., *Erinaceus sansanensis* Lart., *Er. œningensis* Lyd.

On voit en résumé que la faune terrestre de la mollasse d'eau douce supérieure de la Suisse est caractérisée par l'association constante du *Mastodon angustidens* avec le *Listrodon splendens*, l'*Anchitherium aurelianense*, le *Dinotherium*, le *Pliopithecus*, etc., c'est-à-dire qu'elle est tout à fait comparable à la *faune de Sansan*, de *la Grive St-Alban*, et du 2e étage méditerranéen de l'Autriche. Elle se distingue, au contraire, nettement de la faune de la mollasse d'eau douce supérieure du bassin du Rhône, qui est d'âge pontique et caractérisée par l'*Hipparion gracile*, le *Mastodon longirostris*, les Tragocères, les Gazelles, etc., c'est-à-dire par une association semblable à la faune de Pikermi.

Ce dernier horizon est jusqu'ici tout à fait inconnu en Suisse.

Résumé. — On voit que l'histoire de la période miocène en Suisse diffère essentiellement de celle de la vallée du Rhône et du bassin de Vienne : 1° parce que la transgression marine s'y fait sentir un

(1) Bayle, *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XII, p. 24.

peu plus tardivement, de telle sorte que l'horizon le plus inférieur du Miocène (niveau de Léognan) y est à l'état de mollasse d'eau douce (mollasse grise de Lausanne). 2° Parce que la régression miocène s'y manifeste beaucoup plus tôt, de sorte que la base seule du 2e étage méditerranéen s'y trouve représentée par un faciès marin (horizon de St-Gall et du Randen), tandis que le Tortonien (couches de Tortone, de Cabrières-d'Aigues, du Leithakalk et de Baden) y est à l'état de *mollasse d'eau douce supérieure*. Cette mollasse d'eau douce *tortonienne* (et qui peut aussi englober le *Sarmatique*), avec faune de Mammifères de l'*horizon de Sansan*, est donc plus ancienne que la mollasse d'eau douce supérieure du bassin du Rhône, qui est *pontique*, et contient la *faune de Pikermi*.

Wurtemberg, Bavière.

Le Miocène de ces régions du haut Danube ressemble beaucoup à celui de la Suisse, avec quelques différences de détail.

L'*Aquitanien* ou mollasse d'eau douce inférieure se continue de la Suisse dans la haute vallée du Danube, où cet étage affleure suivant deux bandes plus ou moins continues l'une au nord, l'autre au sud du grand synclinal néogène, compris entre les Alpes et le Jura de Souabe.

Bande septentrionale. — La bande septentrionale présente de beaux affleurements autour du lac de Constance, ensuite plus à l'Est, à Hoppetenzell, près Stokach, et aux environs d'Ulm.

Dans la vallée d'Andelsbach, à Zell et Hausen (1), les *Potamides plicatus* et *margaritaceus* continuent, comme dans les régions précédemment étudiées, à indiquer le faciès saumâtre de l'assise, formée surtout de sables et de grès marneux.

M. Schlosser (1), et parmi lesquelles je citerai comme étant les plus propres à faire ressortir l'analogie avec la faune oligocène de St-Gérand-le-Puy.

Amphicyon lemanense Pom.
— *leptorhynchus* Pom.
Plesictis robustus Pom.
— *lemanensis* Pom.
— *palustris* Pom.
Amphictis antiquus Pom.
Lutrictis Valetoni Gen.
Herpestes priscus Filh.
Sciurus Feignouxi Pom.
Myoxus murinus Pom.
Titanomys visenoviensis v. Mey.
Acerotherium lemanense Pom.
— *Croizeti* Pom.
Cainotherium commune Brav.
Dremotherium Feignouxi Geol.
Amphitragulus lemanensis Pom.
— *elegans* Pom.
— *Boulangeri* Pom.
Peratherium frequens v. Mey.

Immédiatement sur le calcaire d'Ulm, on voit reposer, à Ermingen, une mollasse marine, blanche, caillouteuse, pétrie de *Turritella turris*, d'*Ostrea crassissima*, de moules de Bivalves et de Gastropodes. Le faciès de la mollasse d'Ermingen rappelle entièrement celui du Randen, de Wiechs, de Zollhaus (duché de Bade), décrit plus haut, à propos de la Suisse. La faune d'Ermingen, bien représentée au Musée de Munich, où elle m'a été obligeamment communiquée par M. le professeur Zittel, comprend parmi les formes les plus intéressantes :

Fusus burdigalensis Bast.
Pirula reticulata Lam.
Pleurotoma asperulata Lam.
Nerita Plutonis Bast.
Turritella gradata Menke.
— *vermicularis* Broc.
— *turris* Bast.
Proto cathedralis Bast.
Tapes vetula Bast.
— *helvetica* Mey.
Cardita Jouanneti Bast.
— *crassa* Lam.
Venus umbonaria Lam.
Pecten cf. *camaratensis* Font.
— *palmatus* Lam.
— *burdigalensis* Lam.
Arca Fichteli Desh.
Ostrea tegulata Münst.
— *molassicola* Meyer.

Cette faune est tout à fait analogue à la faune de la mollasse du Randen, que j'ai été amené plus haut à rapporter à l'horizon de Grund et de Touraine, c'est-à dire à la base du 2e étage méditerranéen d'Autriche. La présence de la *Cardita Jouanneti* permet ici d'affirmer ce parallélisme, malgré la persistance de quelques rares types du 1er étage méditerranéen, tels que *Pecten palmatus*, fait que j'ai, du reste, déjà signalé en Suisse. Ainsi à Ulm, comme sur les plateaux jurassiques au nord de Schaffhouse, comme en France, sur les bords du Plateau Central, cet horizon est trangressif vers

(1) SCHLOSSER. Die Affen, Lemuren, etc., d. europ. Tertiärs. (*Beitr. z. Paleont. Œster-Ungarn*, tableau d'ensemble, part. III, p. 78).

le nord par rapport aux termes inférieurs du Miocène marin et correspond au maximum d'extension de la mer miocène au début du 2e étage méditerranéen. C'est là un fait général sur lequel il me paraît nécessaire d'attirer encore une fois ici l'attention.

Bande méridionale ou subalpine. — La bande subalpine oligocène et miocène de la Suisse orientale se poursuit à l'est, passant au sud du lac de Constance, par le Voralberg et le sud de la Bavière jusqu'en Autriche. Ses caractères diffèrent de ceux de la bande subjurassienne par plusieurs points importants. En premier lieu, les couches, au lieu de reposer presque horizontalement, comme en Souabe, sur les plateaux jurassiques, ont été fortement affectées par les mouvements alpins et se montrent relevées, plissées, souvent même renversées, comme j'ai pu le constater au Peissenberg (1), sous la conduite de M. Rothpletz.

Aquitanien. — L'Oligocène supérieur, au lieu d'avoir le faciès d'eau douce du calcaire à *Helix Ramondi* (*Landschneckenkalk*) des environs d'Ulm, présente, dans la partie centrale et orientale de la Haute-Bavière et sur une épaisseur de plus de 1000 mètres, un faciès saumâtre et même en partie marin. Ce fait est démontré par les nombreuses Cyrènes (*Cyrena semistriata*) et Potamides (*Potamides plicatus, margaritaceus*), associés à d'autres Mollusques plus franchement marins, tels que *Mytilus aquitanicus, Psammobia aquitanica, Melongena Lainei, Arca cardiformis, Ostrea cyathula*, etc., qui abondent dans les bancs marneux, intercalés dans les bancs saumâtres et lignitifères de Peissenberg, Penzberg, Buchberg, Tölz, Miesbach, Chiemsee. Ces espèces marines indiquent des communications faciles avec la mer aquitanienne qui devait se trouver, à l'est, vers l'Autriche; vers l'ouest, au contraire, l'Aquitanien sera

La transition se fait au Peissenberg, suivant M. Gümbel (1), par des bancs à plantes et *Unio flabellatus* qui se trouvent aussi à l'ouest à Kempten, et à l'est à Buchberg, à Miesbach, à Traunstein, et peuvent représenter un rudiment de la *mollasse grise miocène de Lausanne.*

PREMIER ÉTAGE MÉDITERRANÉEN. — Le faciès marin débute partout en Bavière, comme dans le bassin du Rhône, par des conglomérats, ou des grès grossiers, indice des courants violents d'invasion de la mer miocène dans ce pays.

C'est dans ces couches grossières de la base du Miocène marin, immédiatement au-dessus des couches saumâtres à Cyrènes, que l'on recueille à *Kaltenbachgraben, près Miesbach* (2), une riche faune, bien représentée au musée de Munich et dont les formes les plus intéressantes sont :

Murex aquitanicus Grat.
Proto cathedralis Brg.
Turritella turris Bast.
Nerita Plutonis Bast.
Ostrea crassissima Lam.
Cytherea erycina Lam.
Tapes vetula Bast.
Arca Fichteli.
Cardium cingulatum Goldf.
— *Kubecki* Horn.
Pecten præscabriusculus Font.
— *gigas* Schlot.

Il faut surtout mettre en évidence les *Cardium Kubecki* et *cingulatum*, formes caractéristiques en Autriche de l'*horizon des sables de Loibersdorf*, c'est-à-dire d'un niveau très bas des *Hornerschichten* ou 1er étage méditerranéen. Il est vrai que d'autre part le *Pecten præscabriusculus* que j'y ai reconnu sous sa forme typique indiquerait plutôt l'horizon d'Eggenburg, c'est-à-dire un niveau un peu plus élevé de ce même étage, mais il est aussi très possible ou que cette espèce débute en Bavière comme dans le bassin du Rhône assez bas dans le 1er étage méditerranéen, ou bien qu'elle ait été recueillie dans des couches un peu plus élevées que celles qui contiennent le *Cardium Kubecki.*

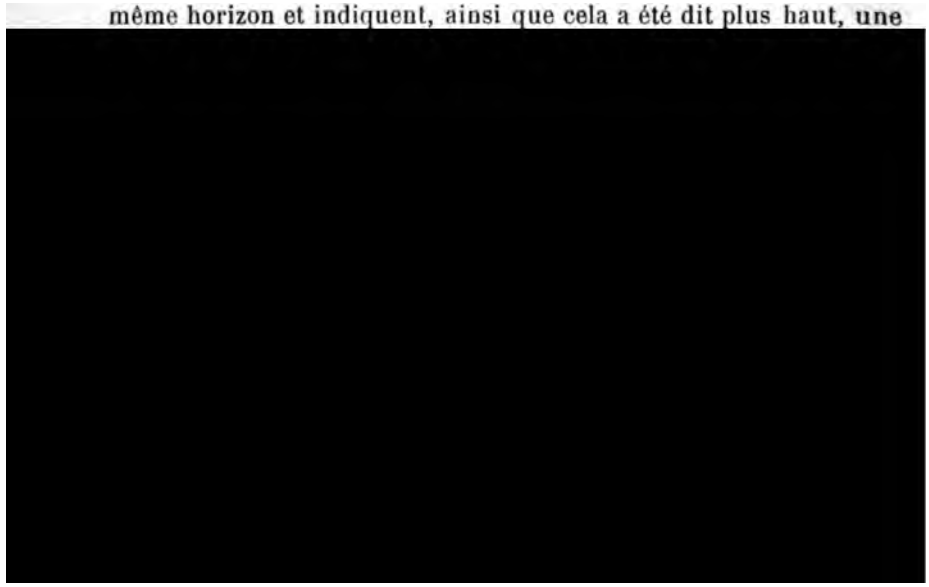
Quoiqu'il en soit de cette question locale, il est certain que le niveau d'Eggenburg à *Pecten præscabriusculus* est très largement répandu dans tout le sud de la Bavière sous la forme d'un grès coquillier analogue et même identique au *Muschelsandstein* des géologues suisses. C'est ainsi que, de l'ouest à l'est, on doit rapporter à ce niveau les conglomérats et les grès à *Ostrea crassissima*, *Cardium* et *Turritella turris* du Pfänderburg, près Wirtachtobel (3) avec horizon ligniteux d'eau douce intercalé; les couches exploitées des carrières d'Harbatshofen, celles de Thannen, d'Auerberg (4);

(1) GÜMBEL, Id., p. 280. — (2) Id., p. 341. — (3) Id., p. 315. — (4) Id., p. 317.

les grès et les marnes marines inférieures du Guggenberg (1); plus à l'est, vers les confins de l'Autriche, les couches d'Esbaum, de Prien-thale, et de la vallée de l'Achen (2) à *Pecten Holgeri* et *præscabriusculus*; le grès coquillier de Traunstein; enfin les grès grossiers de Gross-Wehring et de Wawinger-See (3). Dans cette région orientale en particulier, les couches inférieures du Miocène marin prennent tout à fait le faciès et la faune des couches de Meissau et d'Eggenburg en Autriche.

DEUXIÈME ÉTAGE MÉDITERRANÉEN. — C'est seulement au-dessus de ces couches gréseuses du sommet du 1er étage que l'on voit apparaître partout dans le sud de la Bavière un nouvel horizon marin composé, comme en Suisse et en France, de sables et de grès plus ou moins marneux ou glauconieux dans les régions de l'ouest et du centre (Bregenz, Thannen, Auerberg, Peissenberg, Kaltenbeck) (4), prenant de plus en plus vers l'est, à partir de la vallée de l'Isar, le faciès argileux et l'aspect du *Schlier* d'Autriche (Prien, Traunstein) (5).

La faune de cet horizon supérieur du Miocène marin est caractérisée par la fréquence des bancs d'*Ostrea crassissima* et surtout par l'apparition de *Cardita Jouanneti* et d'autres espèces de l'horizon de Grund et de St-Gall, telles que *Tapes helvetica*, *Pleurotoma asperulata*, *Venus Haidingeri*, etc. Vers l'est, les couches plus marneuses contiennent *Aturia aturi*, *Solenomya Doderleini*, *Tellina ottnangensis*, c'est-à-dire la faune typique du *Schlier* d'Ottnang. Je pense donc que cette partie supérieure de la mollasse marine de Bavière correspond à l'ensemble du Schlier et des couches de Grund, peut-être avec passage latéral partiel de l'un de ces faciès à l'autre. Les couches d'Ermingen, sur le Hochstrass d'Ulm, correspondent au même horizon et indiquent, ainsi que cela a été dit plus haut, une



couches supérieures de cette formation correspondent au *Sarmatique*.

Les couches saumâtres inférieures sont connues sous le nom de *couches de Kirchberg*, à cause de leur beau développement sur les berges de l'Iller à Kirchberg, un peu au sud d'Ulm, où j'ai eu occasion de les étudier. Cet horizon se montre à l'ouest depuis les environs de Schaffhouse, à Büttenhardt, se développe principalement aux environs d'Ulm (Huttisheim, Kirchberg, Günsburg, etc.), puis se retrouvent plus en aval du Danube entre Vilshofen et Simbach, ainsi que dans la bande subalpine de Bavière, à Kaltenbach. Dans cette dernière localité, et aussi sur le Hochstrass d'Ulm, les couches de Kirchberg *surmontent immédiatement les couches marines à Cardita Jouanneti* de l'horizon de St-Gall et de Grund, ce qui permet de fixer leur position stratigraphique vers la base de l'étage *Tortonien*.

La faune de ces couches saumâtres comprend avec des types fluviatiles (*Unio Eseri, Bithynia gracilis, Melantho varicosa*, etc.), un assez grand nombre d'espèces de petites Congéries *(Congeria clavi-formis, amygdaloïdes)*, de *Cardium caspiques (C. solitarium, friabile)*, ainsi que l'*Oncophora Partschi* May., très-répandu en Autriche vers la base des couches de Grund (1). Ces couches de Kirchberg doivent être considérées comme un véritable *faciès à Congéries*, bien inférieur comme niveau aux couches à Congéries de Vienne, qui sont pontiques, ainsi qu'il a été dit plus haut.

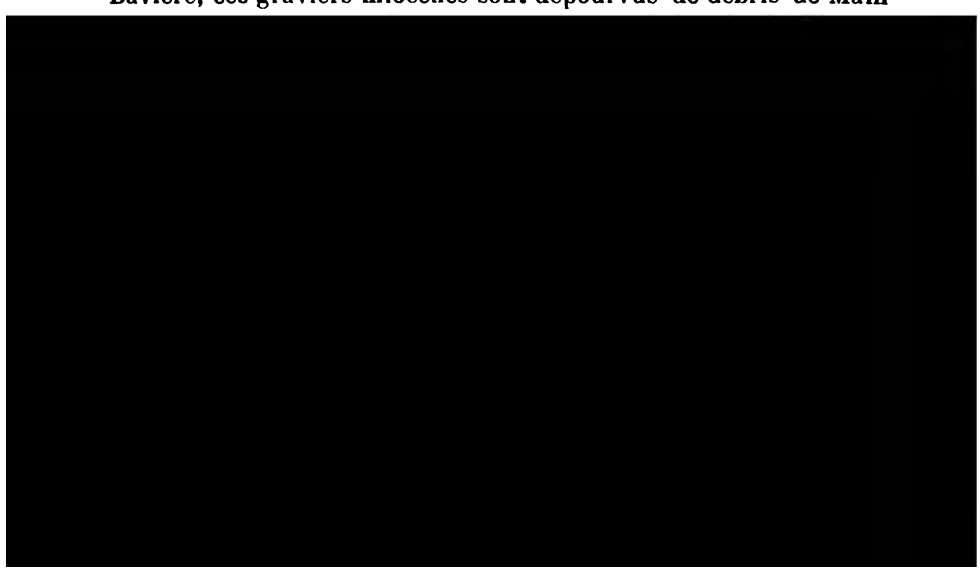
La *Mollasse d'eau douce supérieure* (*obere Süsswasser-Molasse*), qui succède aux couches saumâtres, consiste en une série épaisse (500 m.) de couches de nature assez variée : le plus souvent ce sont des sables ou des grès micacés, glauconieux, avec intercalation de marnes, et parfois de minces lits de lignite ; dans la bande subalpine, les conglomérats (*Nagelfluhe*) y sont puissamment développés, tandis que l'élément marneux et calcaire augmente vers le nord, surtout dans les couches supérieures de l'assise (calcaires à *Helix sylvana*). Ces couches d'eau douce sont caractérisées par une flore très riche, en particulier à Œningen, sur le lac de Constance, et par des Mollusques terrestres et fluviatiles, parmi lesquels on peut citer comme les plus caractéristiques : *Helix sylvana, Planorbis Mantelli, Limnea dilatata, Melanoides Escheri, Glandina inflata;* c'est une faune très analogue à celle des couches d'eau douce de Mirabeau, dans la vallée de la Durance.

Mais le caractère paléontologique le plus important de la mollasse

(1) Fr. Suess.

d'eau douce est fourni par les Mammifères terrestres, parmi lesquels les plus répandus sont le *Mastodon angustidens*, l'*Hyœmoschus crassus* et le *Dinotherium giganteum*, d'où le nom de *Sables à Dinotherium* donné souvent en Bavière à cet horizon. Les principaux gisements de Mammifères sont en Bavière : Reisensburg, près Günsburg; Dinkelscherben, Tutzing, Ingollstadt, Tivoli, près Munich; Freising, Saint-George, etc. C'est au même niveau qu'appartiennent les faunes plus riches encore qui ont été découvertes à *Steinheim*, au *Ries*, à *Georgengsmund*, dans de petits bassins de mollasse d'eau douce supérieure, isolés sur les plateaux jurassiques de Souabe et de Franconie. Dans son ensemble, la faune de la mollasse d'eau douce supérieure présente la plus grande ressemblance avec la faune de l'*horizon de Sansan* et plus particulièrement encore avec celle de la Grive-Saint-Alban, dans le bassin du Rhône; elle appartient donc, comme celle de la mollasse d'eau douce de Suisse, à l'étage *Tortonien* (2e étage méditerranéen d'Autriche).

Miocène supérieur ou *Pontique*. — L'étage Pontique, caractérisé, comme on l'a vu en France et en Autriche, par l'apparition de la faune à *Hipparion* et *Mastodon longirostris* (faune de Pikermi et du Léberon) n'est représenté que par des dépôts de graviers fluviatiles formant dans la région orientale de la Bavière une nappe située à une grande hauteur au-dessus des vallées actuelles et plus ou moins morcelée par les érosions quaternaires. Ces cailloutis puissants, composés de quartz et de quelques roches dures alpines, ont, ainsi que l'a déjà montré M. Gümbel (1), la plus grande analogie de faciès et de position stratigraphique avec les *graviers du Belvédère*, qui en sont la continuation directe vers l'orient. En Bavière, ces graviers miocènes sont dépourvus de débris de Mam-



Pareto (1), de M. Ch. Mayer (2) et plus récemment de M. Sacco (3). C'est dans la bande miocène qui s'étale largement au pied septentrional de l'Apennin ligure, que Pareto et M. Mayer ont pris les types de deux des grands étages miocènes, le *Tortonien* dans les collines au sud de Tortone et le *Langhien* dans le massif des Langhe au sud d'Asti. Je ne pouvais donc me dispenser, en vue du travail de comparaison que je poursuivais, de visiter ces régions intéressantes et d'en revoir les principales coupes (4), ce qui m'a été du reste rendu très facile par la belle carte au $\frac{1}{100\,000}$ du bassin du Piémont, dressée par M. le professeur Sacco, et par les descriptions locales précises et exactes du savant géologue de Turin. Les splendides collections de fossiles miocènes réunis au Musée de Turin par Bellardi m'ont été également d'un grand secours au point de vue des comparaisons générales des faunes avec celles des autres bassins.

1° *Collines de Turin.* — Les collines de Turin constituent un petit massif entièrement isolé au milieu de la plaine piémontaise, entre Turin et Casale, massif dans lequel les terrains miocènes se montrent fortement relevés sur les deux flancs d'un axe anticlinal dirigé à peu près de l'ouest à l'est. En plusieurs points du massif (Gassino, Brusasco, Cocconato, etc.), le centre de la voûte permet d'observer largement le substratum constitué par l'Oligocène et laisse même apercevoir quelques rares affleurements d'Eocène supérieur et moyen.

Une bonne coupe de cet ensemble est visible en traversant le massif au sud de Gassino, petite ville située à quelques kilomètres au N.-E. de Turin. Quand on se dirige de Gassino vers le sud, on traverse un anticlinal formé par les terrains miocènes ; on rencontre d'abord les couches miocènes les plus récentes, puis des couches de moins en moins élevées, jusqu'au centre de l'anticlinal, formé par des marnes attribuées à l'Eocène supérieur ; tous ces terrains constituant le flanc nord de l'anticlinal, sont fortement redressés. Quant au flanc sud, qui présente la même succession, il est constitué par des couches moins inclinées. Les terrains qu'on peut étudier en ce point sont les suivants :

1. Le centre de l'anticlinal montre des marnes sèches dures, compactes, parfois ligniteuses, en couches verticales ou plon-

(1) Pareto. Note sur les subdivis. des ter. tert. de l'Apennin sept. (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. 22, p. 210).

(2) Ch. Mayer. Carte géol. de la Ligurie centrale (*B. S. G. F.*, 3e sér , t. V, p. 282).

(3) Sacco. Il Bacino terz. d. Piemonte, avec carte au 100/000e.

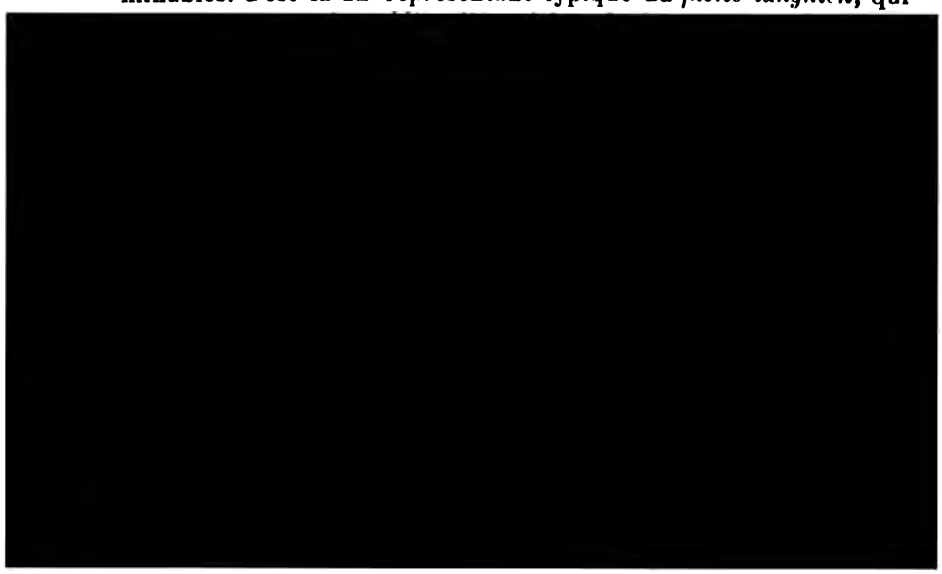
(4) Les observations qui vont suivre sur le Miocène d'Italie sont le résultat de mon voyage d'octobre 1892 et d'un nouveau voyage effectué en avril 1893.

geant irrégulièrement dans les deux sens. Je n'y ai point vu de fossiles; M. Sacco attribue ces marnes à l'Eocène supérieur (*Bartonien-Sestien*).

2. Des deux côtés, on voit reposer sur ces marnes gréseuses des couches puissantes de conglomérats, de sables et de grès, en couches doucement inclinées dans la retombée sud de l'anticlinal, à peu près verticales du côté nord. Les éléments de ces conglomérats sont surtout des granites, du gneiss, du quartz, peu de gabbros et de serpentines ; aussi, la couleur générale de ces conglomérats est-elle roussâtre et non verte comme celle des conglomérats miocènes. Les fossiles sont naturellement très rares dans ces couches clastiques ; j'ai cependant recueilli très près de la limite supérieure des conglomérats, sur le flanc nord de l'anticlinal, quelques *Nummulites Fichteli* qui confirment l'âge tongrien attribué par M. Sacco à cette puissante assise.

3. Ces couches grossières *passent progressivement* à leur partie supérieure, à l'aide d'une alternance de bancs gréseux avec quelques bancs plus marneux, à une assise de marnes fossiles gris-foncé, gréseuses, micacées, avec débris végétaux et empreintes de feuilles mal conservées. Ce passage graduel est surtout visible au sud, où le plongement des couches est plus régulier. M. Sacco considère ces couches comme représentant l'étage *Aquitanien*, mais la preuve paléontologique de ce classement ne peut être faite.

4. Plus haut, les éléments deviennent peu à peu plus fins et plus marneux et on passe ainsi à une épaisse assise de marnes blanches fissiles, dont les surfaces sont souvent couvertes de Ptéropodes écrasés (*Vaginella*) et qui contiennent en outre des Foraminifères et quelques coquilles déformées (*Natica, Bulla, Polypiers*), peu déterminables. C'est là un représentant typique du *faciès langhien*, qui



conservés (*Balanes, Huîtres, Pecten, Polypiers)*; il est cependant possible d'y reconnaître, à la fois par le faciès et par la présence d'un certain nombre d'espèces déterminables, le niveau de sables et de graviers serpentineux qui se développe si largement dans la retombée sud de l'anticlinal et contient les beaux gisements fossilifères de Baldissero, Fino, Sciolze, etc. (*faune dite de Turin ou de la Superga*). M. Sacco a considéré ce niveau comme représentant l'étage *Helvétien* de M. Mayer; je dirai plus loin les raisons paléontologiques qui me font rapporter la faune de Turin à la base du deuxième étage méditerranéen d'Autriche, c'est-à-dire au niveau de l'horizon de Grund et de St-Gall.

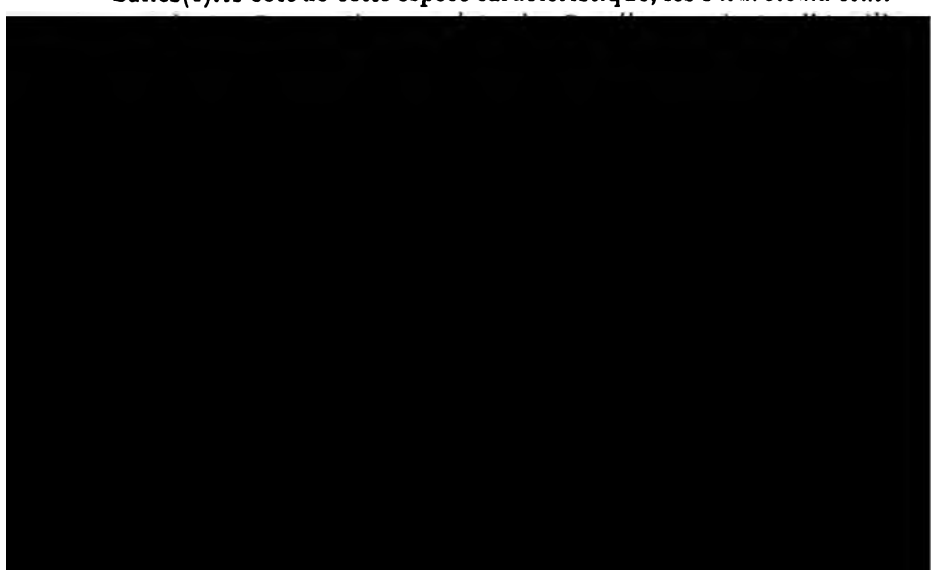
Au-dessus de ces couches de sables et de graviers serpentineux, on assiste à une récurrence de marnes blanches fissiles (5^b) qui constituent les premières pentes des collines de Gassino et ressemblent tout à fait aux *marnes dites langhiennes*, non seulement par le faciès de la roche, mais encore par la fréquence des coquilles de Ptéropodes (*Vaginella*) et de Foraminifères; tout au plus peut-on les distinguer des marnes à Ptéropodes inférieures (n° 4) par l'intercalation de quelques bancs plus gréseux. M. Sacco rattache encore à l'Helvétien ces marnes à Ptéropodes supérieures, que l'on voit passer, sur le flanc sud des collines de Turin, à d'autres marnes blanches, puissantes, peu fossilifères, où M. Sacco voit les représentants successifs de ses étages *Tortonien* et *Messinien* et sont recouvertes enfin par le Pliocène; il m'a paru inutile d'insister ici sur ces horizons supérieurs du Miocène, qui, ainsi qu'on le voit, sont fort mal caractérisés paléontologiquement dans cette région.

Les autres coupes que l'on peut prendre dans le massif de Turin, par exemple tout près de cette ville, à la hauteur de la basilique de la Superga, diffèrent par quelques détails de la coupe de Gassino.

En montant à la Superga par la grande route, on rencontre d'abord les marnes blanchâtres à Ptéropodes supérieures (5^b de la coupe précédente), avec *Vaginella*, Foraminifères, empreintes de feuilles; un peu plus bas dans la série, ces bancs commencent à alterner avec des bancs de grès serpentineux et on passe ainsi à de gros bancs de grès grossiers et de conglomérats où dominent les gabbros et les serpentines; c'est à ce niveau que l'on observe quelques-uns des fossiles de la faune de Turin, dans un état de conservation défectueux. Puis on voit sortir au-dessous des grès serpentineux la masse principale des marnes blanches à Ptéropodes (faciès langhien) avec plantes, écailles de Poissons, *Vaginella*, Foraminifères, baguettes de *Cidaris* (n° 4 de la coupe de Gassino). Mais au-dessous des marnes

à Ptéropodes, on observe à la place des marnes gréseuses à débris végétaux de Gassino (n° 3, Aquitanien pour M. Sacco) une énorme épaisseur de sables grossiers, ferrugineux, alternant avec des lits de gros galets, en grande partie serpentineux, comme dans l'horizon de la faune de Turin. M. Sacco considère ces grès et conglomérats serpentineux inférieurs, qui forment ici le centre de la voûte anticlinale et sur lesquels est construite l'église de la Superga, comme un équivalent latéral des marnes gréseuses n° 3 de Gassino, c'est-à-dire comme un énorme cône de déjection de quelque grand torrent venu des Alpes; mais ce faciès caillouteux est limité à la partie occidentale des collines de Turin, tandis qu'à l'Est le faciès marno-gréseux fin est tout-à-fait général dans cette assise.

En résumé, il n'existe dans les collines de Turin comme point de repère paléontologique important, au-dessus des conglomérats tongriens à *Nummulites Fichteli* et *intermedia*, que l'horizon des grès serpentineux de Baldissero, de Sciolze, etc., dont la riche faune est connue sous le nom de *faune de Turin* ou plus improprement de la *Superga*. Cet horizon a été considéré par MM. Mayer et Sacco comme le représentant de la mollasse marine de Suisse, c'est-à-dire de l'étage *Helvétien*. Je pense, pour ma part, que ce parallélisme n'est exact qu'en partie, c'est-à-dire que l'horizon de Turin représente seulement le niveau supérieur de la mollasse suisse ou *horizon de St-Gall*, horizon qui se rapporte, ainsi que cela a été établi plus haut, à la base du 2e étage méditerranéen des géologues d'Autriche. La faune de Turin présente en effet, à mon avis, un cachet paléontologique relativement jeune parmi les horizons miocènes. On y trouve assez communément la *Cardita Jouanneti*, représentée par la forme à côtes saillantes et rugueuses de Grund, de St-Gall, de Salles(1). A côté de cette espèce caractéristique, les *Pleurotoma semi-*



peu plus ancienne que les faunes *tortoniennes* de Baden, de Ste-Agatha, de Saubrigues, je n'hésite pas à la considérer comme exactement parallèle à la faune de Grund, et aussi de St-Gall, de Salles et de la Touraine. La présence dans l'horizon de Turin de quelques rares exemplaires de *Pecten* du groupe du *praescabriusculus* (mus. de Turin) ne saurait, à mon sens, infirmer cette conclusion ; elle montre seulement que ce type persiste jusque dans la partie inférieure du 2e étage méditerranéen, fait que j'ai eu déjà l'occasion de signaler en Suisse, à St-Gall et à Berne ; mais le maximum de développement numérique de ce *Pecten* a lieu plus bas, dans le 1er étage méditerranéen.

2° *Apennins. Vallée de la Scrivia.* — Sur le revers nord de l'Apennin ligure, les terrains miocènes forment une large bande où les différents étages prennent des épaisseurs véritablement extraordinaires, ce qui tient évidemment à la grande quantité d'éléments détritiques que fournissait à l'époque miocène la chaîne déjà émergée de l'Apennin. Vers la partie orientale du bassin piémontais, la vallée de la Scrivia et le massif des collines du Tortonais présentent d'excellentes coupes, déjà devenues classiques par les travaux de Pareto, d'Hébert, de M. Mayer et que rendent tout à fait intéressantes les beaux gisements fossilifères du Miocène supérieur, types de l'étage *Tortonien*.

Si, après avoir traversé en venant du sud la série interminable du flysch éocène de l'Apennin, on continue de descendre la vallée de la Scrivia, on recoupe le long des berges de cette rivière la série entière et continue des formations oligocènes et miocènes.

Au-dessus des épais conglomérats à gros éléments du Tongrien, à *Nummulites intermedia*, assez semblables par leur couleur roussâtre à ceux des collines de Turin, on voit reposer une épaisse série de marnes grises et de grès psammitiques, auxquels succède à partir d'Arquata Scrivia une nouvelle série plus exclusivement gréseuse, qui débute par un gros banc de grès en saillie, déjà signalé par MM. Mayer et Sacco. Toutes ces couches, qui ne manquent pas d'analogie avec le *flysch*, sont sans fossiles : M. Sacco attribue les marnes inférieures au *Stampien* et la grande série gréseuse supérieure à l'*Aquitanien*. Mais ces attributions manquent absolument de preuve paléontologique, de telle sorte qu'il me paraît impossible de pouvoir préciser dans cette région, comme du reste dans les collines de Turin, la limite exacte entre l'Oligocène et le Miocène.

En continuant de descendre la Scrivia, on arrive graduellement entre Arquata et Serravalle à des couches marneuses, alternant

d'abord à la base avec des bancs gréseux, puis constituant seules une puissante assise de marnes blanchâtres, fissiles, à surfaces souvent couvertes de Ptéropodes et plus rarement de Lamellibranches et de Gastropodes déformés : ce sont les marnes langhiennes, prolongement direct de celles des *collines des Langhe*, situées un peu à l'Ouest de ce point, et où a été pris le type de l'étage Langhien. Le faciès de ces marnes langhiennes est semblable à celui des collines de Turin, avec une épaisseur beaucoup plus forte.

Quand on approche de Serravalle, les couches supérieures de ce *Schlier* deviennent plus gréseuses, puis on atteint bientôt des bancs de grès bleuâtre avec petits galets de serpentine, de 0m20 à 0m30, séparés par des bancs marno-sableux de même épaisseur ; MM. Mayer et Sacco mettent en ce point la base d'un nouvel étage, en grande partie gréseux, qu'ils rapportent à l'*Helvétien*. On peut observer aisément à Serravalle la constitution de cet étage, formé d'une alternance de bancs marneux et sableux avec de gros bancs durcis de grès mollassique, plus ou moins grossier, qui, dans certains lits, par la prédominance du ciment calcaire, forme un véritable *calcaire moellon* comparable à ceux du Midi de la France. Le lit de la Scrivia est resserré à Sarravalle par la saillie que forment ces bancs compactes. Dans toute cette série inférieure de mollasses dures, je n'ai réussi à observer que des débris indéterminables de Polypiers et de petits *Pecten*. C'est seulement vers la partie supérieure de l'étage, là où l'on voit s'intercaler, au milieu des grès, des bandes de marnes bleuâtres annonçant déjà l'approche du Tortonien que j'ai pu recueillir, près du cimetière de Serravalle, quelques Lamellibranches peu déterminables et une contre-empreinte du *Conus antediluvianus*, espèce des marnes tortoniennes.

rent de celui de Turin, et y voir au-dessus du Schlier langhien, l'équivalent de Grund, de St-Gall et de la base des couches à *Cardita Jouanneti* du bassin du Rhône.

Au-dessus des grès de Serravalle, on passe par des transitions graduées aux marnes bleues de Stazzano, qui, dans les profonds ravins de Bocca d'Asino et, plus à l'est, à Vargo, Sta-Agatha, etc., contiennent la classique faune qui a servi de type à l'étage *Tortonien*. A Stazzano, on observe au milieu des marnes tortoniennes de puissantes intercalations de grès et de conglomérats, qui disparaissent lorsqu'on se dirige plus à l'Est, c'est-à-dire lorsqu'on s'écarte du débouché de la Scrivia, dont ces couches de cailloutis représentent le cône de déjection torrentiel à l'époque miocène.

La faune des marnes tortoniennes est trop connue pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter. Je me bornerai à y indiquer avec l'*Ancilla glandiformis* très-abondante, la variété à côtes planes et lisses de *Cardita Jouanneti* (var. *lœviplana*) et toute une faune de Nasses, de Pleurotomes, de Murex, de Cônes, de Dentales, parfaitement analogue à celles des argiles de Baden en Autriche, et des marnes de Cabrières-d'Aigues dans le bassin du Rhône.

Au-dessus du Tortonien, on passe graduellement au *Miocène supérieur* qui, dans toute la bande des collines du Tortonais (de Stazzano à Sta-Agatha), comprend trois termes stratigraphiques bien définis, qui se succèdent ainsi de bas en haut :

1° Horizon de marnes avec amas de gypse cristallisé (*formazione gessoso-solfifera*) exploité en divers points de la région (Monte-Rosso, Sardigliano, Sta-Agatha).

2° Marnes bleuâtres avec bancs de calcaire lacustre (Sardigliano) surmontées par un puissant horizon de conglomérats à galets impressionnés, au milieu desquels s'intercalent en quelques points des limons rouges à faciès continental (Monte-Rosso, Sardigliano). Ces conglomérats, très puissants au Monte-Rosso, en face du débouché de la Scrivia miocène, s'atténuent rapidement à l'est et se réduisent seulement à quelques bancs près de Sta-Agatha.

3° Marnes blanches ou bleuâtres à *Melanopsis Matheroni* et *Congeria simplex* (couches à Congéries), bien fossilifères sur la route de Cassano à Sta-Agatha. J'ai observé en place dans la tranchée de la route à Gavazzana, au milieu des couches à Congéries, des coquilles marines d'espèces pliocènes (*Pleurotoma cataſracta*), fait important que M. Sacco a signalé aussi en plusieurs autres points du Piémont.

Au-dessus, on passe insensiblement aux marnes pliocènes marines, fossilifères à Cassano et surtout à Villalvernia.

L'équivalence de ces différents termes du Miocène supérieur du Piémont avec celui de la vallée du Rhône et du bassin du Danube m'a semblé des plus simples.

La formation gypseuse de la base occupe, entre le Tortonien marin et les couches lacustres et continentales de Monte-Rosso, la position du *Sarmatique*, sans qu'il soit possible de démontrer paléontologiquement cette assimilation. Peut-être la formation *gessoso solfifera* correspond-elle déjà à la base de l'étage Pontique, ou bien à l'ensemble du Sarmatique et du Pontique inférieur.

Quoi qu'il en soit, les marnes et calcaires lacustres superposés au gypse, avec les puissants conglomérats continentaux qui les surmontent, répondent sans aucune hésitation aux calcaires à *Helix Christoli* et aux conglomérats impressionnés de la Durance; on retrouve en Italie jusqu'aux limons rouges à Hipparion du Léberon avec un *faciès d'une identité frappante dans les deux pays*. Dans le bassin du Danube, les couches à *Congeria subglobosa*, avec les graviers du Belvédère qui les surmontent, représentent, comme on l'a déjà dit, le même horizon, qui indique un exhaussement général du continent dans les vallées périalpines à la fin de la période miocène.

Enfin, les couches à *Congeria simplex* et *Melanopsis Matheroni* sont identiques à la fois par la situation stratigraphique et par un grand nombre d'espèces communes avec les couches à Congéries de Bollène et de Théziers, dans la vallée du Rhône. Il est à remarquer que, en Italie comme en France, elles *succèdent à des formations continentales* et indiquent, en conséquence, un affaissement graduel de la région, à titre de mouvement précurseur de l'invasion marine pliocène. La présence de coquilles marines d'espèces pliocènes au milieu des couches à Congéries italiennes est encore un nouvel

moi-même ces bassins avec assez de précision pour pouvoir les analyser comme je l'ai fait plus haut pour les bassins méditerranéens.

Bassin de la Loire. — Au calcaire de Beauce aquitanien succède, dans le bassin de Paris, une formation fluviatile, les *sables de l'Orléanais*, qui contiennent une belle faune de Mammifères encore incomplètement étudiée, mais qui possède, ainsi que l'a fait remarquer M. le prof. Gaudry, un cachet nettement plus ancien que la *faune de Sansan*. Ce caractère archaïque résulte de la présence dans cette faune d'un *Anthracotherium* (*A. onoideum*), qui me paraît extrêmement voisin de l'animal des sables de Gauderndorf à Vienne, d'un *Palæochœrus* rappelant les types de Saint-Gérand-le-Puy, mais encore par le degré d'évolution peu avancée des Cervidés (stade *Procervulus* à bois sans bifurcation). Cet horizon me paraît se placer au niveau des sables de Gauderndorf à Vienne et de la mollasse grise de Lausanne en Suisse, c'est-à-dire qu'il représenterait la base du premier étage méditerranéen.

Les formations lacustres et continentales (*sables de la Sologne*, *calcaire de Montabuzard*) qui surmontent les sables de l'Orléanais peuvent correspondre au sommet du 1er étage méditerranéen, sans que la démonstration rigoureuse en soit possible. Ce qui est bien certain, c'est que l'invasion marine ne commence, ainsi que l'a déjà indiqué M. Suess, qu'avec le *deuxième étage méditerranéen*, dont la base est représentée dans la vallée de la Loire par les *faluns de Touraine* (Pont-Levoy, Manthelan, Bossée, etc.), et par une partie de ceux de l'Anjou (environs de Baugé). La faune des faluns de Touraine comprend, avec *Cardita Jouanneti* (*type* à côtes rondes et rugueuses), mais très-rare, et l'*Ancilla glandiformis*, abondante, une grande partie des formes du deuxième étage méditerranéen, tels que *Conus canaliculatus*, *Pleurotoma semi-marginata*, *Melongena cornuta*, *Terebra fuscata*, *Nassa Dujardini*, *Columbella curta*, *Cerithium bidentatum* et *lignitarum*, *Turritella bicarinata*, *Helix turonensis*, *Venus clathrata*, *Corbula carinata*, *Cardita Partschi*, *Arca turonica*, etc.

Les faluns de l'Anjou, un peu plus récents que ceux de Touraine et remarquables par l'abondance des Bryozoaires, des Polypiers, des Nullipores, répondent, à la fois comme faciès et comme niveau, au Leithakalk du bassin de Vienne et à la mollasse à Nullipores de Cucuron.

Quant aux couches continentales (marnes à *Helix turonensis*) qui terminent le Miocène de la vallée de la Loire, il est, pour le

moment, difficile de dire, faute de documents paléontologiques, si elles appartiennent encore au Tortonien ou bien si elles sont l'équivalent des couches pontiques à *Hipparion* des contrées méditerranéennes.

Bassin du Sud-Ouest. — L'équivalence des différents termes marins du Miocène méditerranéen avec ceux des environs de Bordeaux est assez facile à saisir, au moins dans ses grands traits.

C'est ainsi qu'au-dessus des faluns *aquitaniens* de Mérignac et de Lariey (équivalents de ceux de Carry), on observe comme premier terme marin du Miocène les faluns de *Saucats* et du *Léognan*, qui, par leur richesse paléontologique, méritent bien de servir de type à cet horizon inférieur du premier étage méditerranéen : ces faluns, bleus et jaunes, ont pour équivalents les couches de Sausset dans le bassin du Rhône et les sables de Gauderndorf dans celui du Danube.

L'équivalent de la mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* du bassin méditerranéen (partie supérieure du premier étage) me paraît devoir se trouver dans les couches marno-calcaires qui surmontent les faluns de Saucats et de Léognan, et en particulier dans les couches à *Echinolampas hemisphæricus* de *Martignas*.

Le *deuxième étage méditerranéen* débute avec les mollasses et les sables ferrugineux de Salles, de la Sime, où se trouvent *Cardita Jouanneti* typique (à côtes rondes et rugueuses), *Pecten* voisin du *vindascinus; Arca turonica, Turritella sallomacensis* voisine de *T. pusio; Natica redempta, Turritella bicarinata, Conus canaliculatus, Clavatula calcarata, Helix turonensis*. Cette faune permet de placer cet horizon à la hauteur de Grund, de Turin et des faluns de Touraine.

RÉSUMÉ

En rapprochant les faits qui précèdent, on voit qu'au-dessus des formations presque partout lagunaires de l'*Aquitanien*, on doit distinguer dans le Miocène marin un grand *étage inférieur*, avec l'horizon des faluns de Saucats et de Léognan à la base, et celui de la mollasse calcaire du bassin du Rhône à *Pecten præscabriusculus* au sommet. Le premier de ces horizons répond à une phase de début encore peu prononcée de la transgression marine miocène, qui, dans le bassin du Rhône, atteint seulement la Drôme, tandis qu'avec l'horizon supérieur, elle pénètre en Dauphiné, en Suisse et de là par la Bavière jusqu'au bassin extra-alpin de Vienne. Ce premier groupe naturel de couches qui répond exactement au *1er étage méditerranéen* de M. Suess, dont le *Schlier* peut être considéré comme un épisode terminal, peut être désigné sous le nom de *Burdigalien*, à cause de la riche faune des faluns de Bordeaux. La faune de Mammifères de cet étage a un cachet archaïque par la présence de l'*Anthracotherium*, du *Palæochœrus*, de l'état peu avancé d'évolution des Cervidés (faune des sables de l'Orléanais et d'Eggenburg).

Au *2me étage méditerranéen* de M. Suess répondent deux sous-étages que nous maintiendrons sous les noms d'*Helvétien* et de *Tortonien*, bien que leur séparation soit pour ainsi dire impossible lorsqu'ils se présentent sous le même faciès.

Le sous-étage inférieur a pour type l'horizon fossilifère le plus important de la Suisse, celui de *Saint-Gall* et de *Berne*, dans lequel apparaît *Cardita Jouanneti*. Il peut être désigné sous le nom d'*Helvétien* et répond au maximum de transgression de la mer miocène, qui envahit la Touraine, le Randen, les environs d'Ulm, et forme en Autriche, au-dessus du *Schlier*, les sables de l'*horizon de Grund*, base du deuxième étage méditerranéen. En Italie se déposent, à la même époque, les marnes à Ptéropodes des Langhe surmontées par les sables verts de la Superga à faune de Grund. Dans le bassin du Rhône, cet étage répond à une masse de sables et de grès terminés par l'horizon marno-calcaire à *Pecten vindascinus* de Visan.

Les Mammifères de cet étage, trouvés dans les lignites d'Eibiswald (Styrie), etc., appartiennent à l'*horizon de Sansan*, dont la faune a un cachet franchement miocène.

TABLEAU du paralléli

ÉTAGES			VALLÉE INFÉRIEURE DU RHÔNE	VALLÉE MOYENNE DU RHÔNE	JURA, SUI
Pontique		Supérieur	Couches à Congéries de Bollène, Théziers.		
		Moyen...	Limons à *Hipparion* et conglomérats impressionnés de la Durance.	Cailloutis des Hauts Plateaux. — Marnes de la Croix-Rousse.	
		Inférieur	Calcaire de Cucuron à *Helix Christoli* et *Melanopsis Narzolina*.	Sables à *Helix delphinensis*. — Sables à *Nassa Michaudi* et *Hipparion*.	
Sarmatique			?	?	Mollasse douce supé (Elg, Kap Œningen).
Tortonien	2e étage méditerranéen		Marnes de Cabrières. — Mollasse de Cucuron à *Cardita Jouanneti*.	Sables à *Ancilla glandiformis* de St-Génix d'Aoste, Tersanne, Croix-Rousse.	
Helvétien (*S. stricto*)			Marnes à *Pecten vindascinus* et *Cardita Jouanneti* de Visan.	Sables à Terebratulines et *Pecten Gentoni*. — Sables et grès à *O. crassissima*.	Mollasse mar St-Gall, de (Belpberg).
Burdigalien	1er étage méditerranéen		Sables à *Pecten Fuchsi*. — Schlier d'Avignon — Sables et grès à *Ostrea crassissima*.		Grès et sa peu fossili
			Mollasse marno-calcaire à *Pecten præscabriusculus* de St-Paul-trois-Châteaux.	Mollasse marno-calcaire à *P. præscabriusculus*.	Muschelsand
			Sables à *Scutella paulensis* et Faluns de Sausset.	Sables à *Scutella paulensis*.	Mollasse gri Lausann
ligocène upérieur	*Aquitanien*		Couches de Carry à *Melongena Lainei*.	Marnes et calcaires à *Helix Ramondi* et Cyrènes.	Mollasse d douce infé à *H. Ramo*

ystème miocène

VURTEMBERG, AVIÈRE	AUTRICHE	ITALIE DU NORD	FRANCE (SUD-OUEST)	BASSIN DE LA LOIRE
	Sables à lignites de Croatie.	Couches à *Congeria simplex* et *Melanopsis Matheroni*.		
tis à *Hippa-* de la vallée Traun.	Graviers du Belvédère et Calcaires d'eau douce / Couches à *Congeria croatica* d'Agram.	Conglomérats et limons rouges de Monte-Rosso.		
	Couches à *Congeria subglobosa* de Vienne, Agram, etc.	Marnes et Calcaires d'eau douce. — Formation gessoso-solfifera.		? Marnes à *Helix turonensis*.
Sässwasser asse (Flinz avière). — esaumâtres Kirchberg.	Couches sarmatiques.	?		
	Argiles de Baden. — Leithakalk, Gainlahren.	Marnes bleues de Stazzano, Vargo, Ste-Agatha.	Saubrigues.	Faluns de l'Anjou.
sse marine Randen, rmingen. se à *Cardita nneti* du la Bavière.	Grund et couches ligniteuses de Styrie (Eibiswald), etc.	Grès serpentineux de Turin. — Grès de Serravalle.	Salles, la Sime.	Faluns de Pontlevoy, du Bossée, de Baugé.
à l'Ouest, er à l'Est le la vière.	Schlier de la Haute-Autriche.	Marnes à Ptéropodes (faciès langhien). — Marnes grises et Grès psammitiques à faciès de Flysch.		Sables d'eau douce de l'Orléanais.
sandstein ère à *P. iusculus*. – ıférieures nbach.	Mollasse calcaire d'Eggenburg à *P. præscabriusculus*.		Mollasse marno-calcaire à *Echinolampas hemisphæricus* de Martignas.	
	Sables de Gaudendorf — Sables de Loibersdorf		Faluns de Saucats et de Léognan.	
swasser- se nes.	Couches de Molt.		Couches à *M. Lainei* de Larrley, Mérignac.	

La phase de régression commence avec le sous-étage supérieur ou *Tortonien*, pendant lequel la mer du bassin du Rhône (couches de Cucuron et de Cabrières) est séparée de celle de Vienne (Leithakalk et marnes de Baden) par une large région exondée où s'est formée la *mollasse d'eau douce supérieure* de Suisse et de Bavière. La faune de Mammifères de cet horizon (La Grive Saint-Alban, Steinheim, etc.), ressemble beaucoup à celle de Sansan avec une nuance d'évolution un peu plus jeune.

Cette même faune persiste dans l'étage *sarmatique* du bassin du Danube, dont les équivalents ne sont pas encore connus dans l'Europe occidentale.

Enfin, avec l'étage *pontique* ou des couches à Congéries de Vienne, apparaît une faune de Mammifères toute nouvelle, la faune à *Hipparion* de Pikermi, qui acquiert son maximum d'expansion dans les graviers fluviatiles du Belvédère, par lesquels se termine le Miocène de Vienne. Les couches saumâtres à *Helix Christoli* de Cucuron et les limons terrestres à *Hipparion* du Leberon représentent en France ce même étage et contiennent aussi la faune de Pikermi.

Le tableau ci-contre résume ces divers parallélismes.

QUELQUES MOTS
SUR L'OXFORDIEN ET LE CORALLIEN DES BORDS DE LA SERRE,

par M. l'Abbé BOURGEAT (1).

Les variations de faciès et de faune que présentent les deux étages de l'Oxfordien et du Corallien dans la chaîne du Jura m'engageaient depuis longtemps à les étudier près de Dôle et à les suivre de là vers Salins et Besançon. J'ai profité dernièrement de quelques jours de loisir pour commencer ce travail, que je me propose de continuer cet automne. Voici, en attendant, les principales observations que j'ai recueillies :

1° Ni près de Dôle, vers la pointe granitique de la Serre, ni plus à l'est, du côté de Fraisans, de Villars-Saint-Georges et de Mouchard, je n'ai trouvé les bancs ferrugineux avec *Amm. macrocephalus* et *Amm. anceps*, sur lesquels l'Oxfordien repose dans le Jura proprement dit. A Landon, comme à Monnières, comme aussi près d'Archelange, les premières assises nettement oxfordiennes recouvrent un calcaire grumeleux ou oolitique d'aspect miroitant, qui est jaune en quelques places, bleuâtre ou gris en d'autres, et qui est souvent chargé de veines siliceuses ou de rognons semblables aux silex de la Craie. Les fossiles que j'y ai trouvés et dont les principaux sont :

Terebratula digona,
Terebratula Sœmani,
Rhynchonella varians,
Pecten subfibrosus,
Holectypus depressus,

me semblent indiquer un niveau, sinon correspondant au Kellovien, du moins très voisin. Il s'y rencontre aussi beaucoup de Bryozoaires et de Serpules. Les bancs supérieurs sont percés de tarets. Près de Mouchard, ces assises passent à un calcaire blanchâtre suboolithique et miroitant qui doit être la dalle nacrée. Les fossiles y sont brisés et peu déterminables : on y voit surtout beaucoup de débris d'Encrines.

(1) Communication faite dans la séance du 19 juin, manuscrit remis le même jour ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 2 décembre.

2° De là jusqu'aux couches à *Ostrea virgula*, qui sont visibles à Foucherans, à Labedurgue et sur le chemin de Saint-Ylie à Choissey, on observe la série suivante :

1° Marnes bleues fortement argileuses avec pyrites et cristaux de gypse : une vingtaine de mètres.

2° Calcaires blancs suboolithiques avec petits Spongiaires : 12 à 15 mètres.

3° Marnes tachetées et assez fortement calcaires : 15 à 18 mètres.

4° Assises bréchiformes à Spongiaires calcaires : 7 ou 8 mètres.

5° Calcaires à Polypiers : 6 ou 7 mètres.

6° Alternance de Calcaires oolithiques et de Calcaires saccharoïdes à Polypiers : 25 à 30 mètres.

7° Calcaires compacts à Diceras et Nérinées : 15 à 20 mètres.

8° Calcaires grumeleux passant insensiblement à des Marnes à *Ostrea virgula* : 7 ou 8 mètres.

Les quatre premiers groupes d'assises me paraissent constituer l'Oxfordien; les trois suivants, le Corallien. Les Calcaires grumeleux peuvent être regardés comme à la limite du Corallien et de l'Oxfordien.

I. — Oxfordien.

Le premier groupe, celui des assises marneuses inférieures, perd son gypse en allant vers Salins. Il est peu fossilifère près de Dôle. Je n'y ai trouvé que quelques *Amm. cordatus* et *arduennensis*.

Près de Byans, la faune s'enrichit, elle s'accroît encore près de Mouchard, où elle offre beaucoup des espèces de la zone à *Amm. Renggeri*. Les fossiles sont généralement petits et pyriteux.

Le second groupe, celui du calcaire, s'atténue loin de la Serre, vers St-Ylie. Il disparaît près de Mouchard où il est remplacé par

Ces lits à chailles contiennent beaucoup de Serpules et d'*Ostrea* avec des débris de *Pecten* et d'Oursins. La couleur bleuâtre tachetée de gris, que les assises avaient près de Dôle, est remplacée par une couleur jaune ocreuse, qui s'accuse surtout près de Mouchard et de La Chapelle. On y observe près de Byans des lits de silex, qui se rattachent aux chailles vers le bas et qui se relient en haut à une couche de fer pisolithique terminant la formation.

Le quatrième groupe, celui des Spongiaires calcaires, se renfle et s'amincit à plusieurs reprises sur les bords de la Serre. Il est épais et à stratification confuse entre Monnières et Foucherans, épais et bien stratifié entre Dôle et St-Ylie, aminci vers le cimetière de Dôle, renflé à Authume, réduit à Archelange et renflé près de Vriange.

Il est, dans toutes ces localités, constitué par des Spongiaires à large surface, empâtés dans un marno-calcaire moins résistant qu'eux ; sur les surfaces fraîches, on ne distingue guère les Spongiaires de la pâte qu'à leur structure saccharoïde et à leur couleur plus claire ; mais lorsque les assises ont été soumises aux agents extérieurs, elles prennent l'aspect de poudingues ou de brèches par suite d'une décomposition plus rapide de la pâte ambiante.

En suivant ce quatrième groupe vers Salins, on voit qu'à Fraisans les Spongiaires paraissent plus petits et que les couches deviennent grumeleuses. A Villars-St-Georges les assises sont toujours grumeleuses, mais moins grisâtres. A La Chapelle et à Mouchard, elles se chargent d'Encrines et deviennent plus blanches et légèrement plus compactes.

Au total, lorsqu'on passe de la Serre au Jura, la première formation de l'Oxfordien passe d'un faciès littoral et lagunaire, accusé par le gypse et la rareté des fossiles, à un faciès plus pélagique et à faune plus riche. Toutefois, la petite taille des Ammonites et leur structure pyriteuse permettent de croire que, vers Salins, les eaux étaient encore chargées de sulfate de chaux et peu favorables à leur développement.

La deuxième formation perd son calcaire et passe à l'argile à chailles en se colorant en jaune.

La troisième perd aussi sa couleur bleu-grisâtre pour prendre une teinte ocreuse, en même temps qu'elle se charge de chailles passant parfois à des silex et à une sorte de fer pisolithique.

La quatrième, tantôt renflée, tantôt amincie, près de Dôle, conserve en partie ses Spongiaires, mais perd sa couleur gris-foncé et son aspect poudinguiforme pour passer à un faciès plus finement grumeleux.

Toutes ces formations, par l'abondance des Pholadomyes, des Serpules et des *Ostrea*, aussi bien que par la présence de la pyrite et du gypse, me paraissent accuser des eaux peu profondes et voisines d'un rivage, qui devait être près de la Serre.

Les changements de faciès et de faune indiquent que ces eaux s'approfondissaient un peu vers l'est ou vers Salins.

II. — Corallien.

Les trois groupes que je rattache au Corallien se comportent comme il suit.

Les calcaires à Polypiers qui forment le groupe inférieur se trouvent en couches assez régulières près de Landon, où ils sont immédiatement plaqués sur les couches à Spongiaires. Ils forment une sorte de récif enchevêtré de Spongiaires près de Monnières. Ils ont une allure intermédiaire près du canal de St-Ylie, c'est-à-dire qu'ils sont en couches, mais que beaucoup de Spongiaires s'y trouvent mêlés aux Polypiers. Près d'Archelange, ils passent à un calcaire oolithique à Nérinées. Près de Fraisans, ils sont remplacés par un calcaire encrinitique riche en *Ostrea*, en *Pecten* et en baguettes de *Cidaris florigemma*. Vers Byans, ils sont oolithiques et contiennent quelques *Diceras* et des Nérinées. A Port-Lesney et à La Chapelle, ils deviennent presque compactes et renferment quelques Nérinées avec des Encrines et de rares Spongiaires.

Les alternances de calcaire oolithique et de calcaire à Polypiers qui forment le groupe moyen se présentent très nettement sous cette forme au canal de St-Ylie, où ils contiennent beaucoup de débris de *Cidaris* et de *Rhynchonella* voisines de la *Rh. pinguis*.

compact près de Rans; il passe à l'état de calcaire construit au grand récif de Fraisans, devient très oolithique avec Polypiers près de Byans et redevient compact avec deux ou trois niveaux de calcaires construits et quelques lits oolithiques avec petits gastéropodes au voisinage de la Chapelle.

Pour résumer encore ce qui concerne cette série corallienne, nous remarquons :

1° Que les Polypiers vivent en quelque sorte implantés sur les Spongiaires près de Dôle.

2° Qu'ils montent de niveau à mesure que l'on se porte vers Salins.

3° Que les calcaires qui les accompagnent sont généralement oolithiques et montent de niveau avec eux.

4° Que çà et là, soit au voisinage de la Serre, soit du côté de Salins, ils forment de vrais récifs qui tranchent sur le reste des formations mieux stratifiées.

J'ajouterai qu'à l'exemple des bancs à Spongiaires, les vrais récifs ont un aspect bréchiforme dû aux différences de couleur et de formes des organismes qui les constituaient. Le fait est surtout visible, près du cimetière de Fraisans, au grand récif dont je viens de parler.

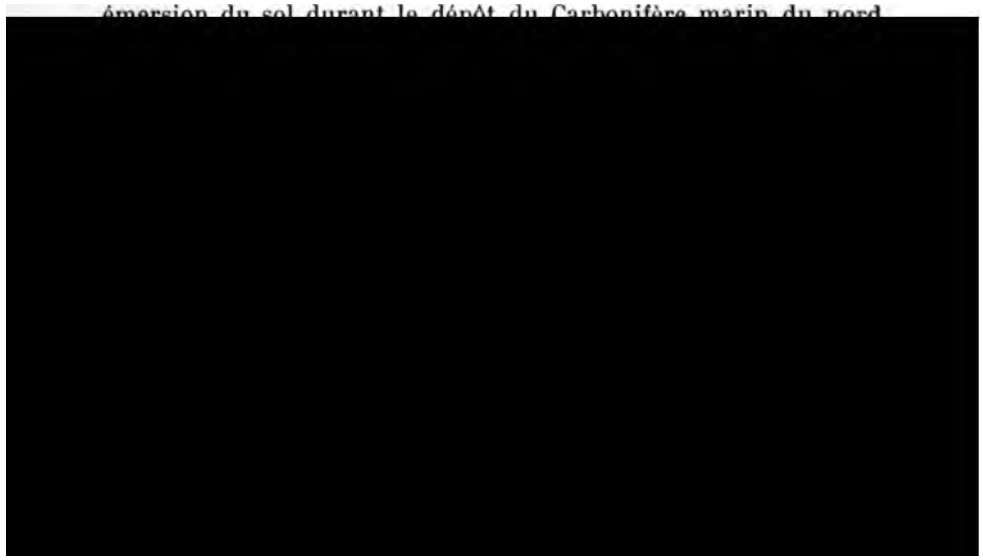
De ces faits, on peut tirer la conclusion que, durant le Corallien, les rivages de la Serre se reculaient vers l'est et que, sur le fond des mers, les Polypiers se reculaient aussi, formant des récifs en certains points plus favorables et ne constituant que de faibles assises en d'autres, où les conditions de leur développement étaient moins bien réalisées.

Quant aux chailles ou sphérites siliceux de l'Oxfordien, qui semblent se multiplier en s'éloignant de Dôle vers le Jura, il était intéressant d'en rechercher l'origine. Je puis dire ici que j'en ai étudié un certain nombre et que j'y ai souvent trouvé la trame d'un Spongiaire. J'ai rencontré la même trame dans les silex, auxquels elles passent parfois, et dans le pseudo-fer pisolithique de Byans. La même trame se retrouve aussi dans la plupart des silex du Bajocien, soit à la Serre, soit dans le Jura proprement dit. Si donc les chailles sont bien dues à des Spongiaires, ceux-ci varieraient de niveau dans l'Oxfordien comme les Polypiers dans l'étage suivant, mais en sens précisément contraire. En passant ainsi de l'Oxfordien moyen vers Salins à l'Oxfordien supérieur, près de Dôle, ils indiqueraient que la mer s'affaissa du côté de l'ouest à l'époque de l'Oxfordien, pour commencer ensuite un mouvement ascensionnel au début du Corallien.

C'est une idée qui a été déjà émise par M. Choffat et que je suis porté à regarder comme très probable. Mais il est un point sur lequel je ne puis me trouver d'accord avec lui, c'est quand il dit, sur la foi de M. Zittel, que les Spongiaires du groupe des Hexactinelles se sont développés en eaux profondes. Je viens de parler des Spongiaires de Dôle, qui sont pour la plupart des Hexactinelles, j'ai vu ceux des couches de Birmensdorf soit à la Billande, soit à St-Claude, j'ai observé en beaucoup d'endroits ceux du Glypticien et de l'Astartien. Partout j'y ai vu fourmiller des Serpules et des Huîtres. Les chailles sont elles-mêmes couvertes des mêmes organismes. Il me semble difficile d'admettre que les Serpules et les Huîtres vivaient autrefois à de grandes profondeurs. A Dôle, du reste, les Spongiaires se lient intimement aux Polypiers, qui passent aux yeux de tous les géologues pour aimer surtout les eaux peu profondes.

Une dernière remarque que je ferai en terminant concerne l'aspect que présentent parfois dans le Jura dôlois les assises construites. Nous venons de voir que celles à Spongiaires de Dôle ressemblent à des poudingues ou à des brèches lorsqu'elles ont été exposées à l'air, et que plus loin, vers Salins, elles deviennent grumeleuses. Nous avons vu aussi que le récif de Fraisans a l'aspect bréchiforme. Ces deux cas ne sont pas les seuls. J'ai remarqué en effet que beaucoup de brèches qu'on trouve dans le Virgulien et dans le Portlandien des environs de St-Claude sont aussi dues à des Spongiaires.

J'ai constaté qu'on observe aussi la trame d'organismes inférieurs dans beaucoup de fragments des brèches de Bachant, qui ont tant préoccupé les géologues et qui étaient pour eux l'indice d'une émersion du sol durant le dépôt du Carbonifère marin du nord



SUR UN GISEMENT D'AMMONITES DANS LE LIAS CALCAIRE DE L'OISANS,

par MM. P. TERMIER et W. KILIAN (1).

Nous croyons devoir donner quelques détails sur un important gisement d'Ammonites du Lias, signalé depuis longtemps par divers auteurs et récemment étudié par l'un de nous (2), dans les hautes montagnes qui séparent la vallée du Vénéon de celle de la Romanche, près de St-Christophe-en-Oisans (Isère).

Ces montagnes, qui font partie du grand massif du Pelvoux, sont essentiellement formées de terrains très anciens (antérieurs au Houiller) injectés et modifiés par la granulite. Les couches (schistes

(1) Communication faite dans la séance du 19 juin ; manuscrit remis le même jour épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 15 décembre 1893.

(2) Dans un curieux écrit publié à Grenoble en 1813 et intitulé : « Mémoire sur » les roches coquillières trouvées à la cime des Alpes dauphinoises et sur des » colonnes d'un temple de Sérapis à Pouzzol, près de Naples », M. Barral, le premier, croyons-nous, signale les gisements de fossiles (surtout d'Ammonites) dans le vallon situé au pied des montagnes de Rochas et dans les environs du lac Noir. — On reconnaît facilement, dans la description que donne cet auteur, les Cargneules, le Lias calcaire à Ammonites et le Lias schisteux dans lequel il cite des Bélemnites. Ce travail a été lu en 1812 à la Société des Sciences et des Arts de Grenoble.

Depuis lors, Ch. Lory a plusieurs fois mentionné, à la suite de M. Barral et de Scipion Gras, le gisement du Mont Rachat, d'où il cite, en 1860 (Descr. géol. du Dauphiné, § 54) : *Am. bisulcatus* Brug., *A. stellaris* Sow., *A. kridion* Hehl., *A. rotiformis* d'Orb., *A. Scipionianus* d'Orb., *Bel. paxillosus* Voltz.

En 1878, Ch. Lory donna de nouveaux détails sur notre gisement dans son « Essai » sur l'Orographie des Alpes occidentales » (*Bull. Soc. Statist. de l'Isère*, 3e série, t. VII).

Il cite, du col de Rochas, les espèces suivantes déterminées par Dumortier :

Am. bisulcatus Brug.	*Am. sinemuriensis* d'Orb.
— *Conybeari* Sow.	— *geometricus* Opp.
— *Bucklandi* Sow.	— *Hartmanni* Opp. (?).

du Lias inférieur, et

Am. capricornus Schloth.	*Am. bipunctatus* Rœm.

du Lias moyen.

En outre : De nombreuses *Bélemnites*.

La collection de la Faculté des Sciences de Grenoble possède la plupart de ces espèces, recueillies par Ch. Lory et étiquetées de sa main.

à séricite, chloritoschistes, gneiss granulitiques) sont dirigées Nord-Sud et presque partout verticales. Ça et là, tantôt reposant sur la tranche de ces couches, tantôt pincés dans leurs replis, on aperçoit des lambeaux de terrains secondaires : quartzites, dolomies et cargneules du Trias, calcaires et schistes argileux du Lias.

Le Lias de cette région de l'Oisans ne montre pas à sa base cette curieuse brèche calcaire signalée pour la première fois par M. Kilian et retrouvée depuis en de très nombreux points des Alpes. Il débute par des calcaires noirs, gris ou roux (la couleur rousse tient à une altération superficielle), très rugueux au toucher, habituellement bien lités, en strates épaisses de 20 à 40 centimètres. Ces calcaires inférieurs sont généralement dépourvus de fossiles.

Au-dessus viennent des calcaires marneux d'un gris bleuâtre, très fins, très homogènes et très doux au toucher, se divisant aisément en dalles ou en ardoises. Les *Bélemnites* sont souvent fort abondantes dans cette assise, qui peut être étudiée également au Signal de la Grave et dans les environs de la Buffe.

Enfin, la partie supérieure du Lias est constituée par une énorme épaisseur de schistes argileux noirs, extrêmement fissiles et friables. Des schistes analogues contiennent, aux environs de la Grave, des fossiles toarciens (*Harpoceras striatulum*). Il est probable que, dans la région qui nous occupe, ce terme supérieur correspond, non seulement au Toarcien, mais encore à une partie du Liasien.

Le gisement que nous allons décrire est situé dans le premier terme, c'est-à-dire dans les calcaires noirs, gris et roux inférieurs.

Pour trouver ce gisement, il faut atteindre les crêtes qui dominent la rive droite du Vénéon, entre Vénosc et St-Christophe-en-Oisans. On y accède : de St-Christophe, par la Murra et le Lac Noir ; de Vénosc, par l'Alpe et les pentes gazonnées qui continuent

Ce terme inférieur est formé, comme nous l'avons dit plus haut, de calcaires noirs, gris ou roux. Au pied de la face nord de la Tête-Mouthe, on y trouve déjà quelques Ammonites. Mais le véritable gisement est situé à 500 mètres environ au nord-ouest de la Tête-Mouthe, dans un petit col, très fréquenté par les troupeaux de moutons, par lequel on passe du plateau pierreux du Lac-Noir aux pâturages de l'Alpe. Rien n'indique ce col sur la carte de l'Etat-major. Il s'ouvre exactement dans la direction Est-Ouest.

Au col même, les couches sont dirigées Nord-Sud, comme l'arête du col, et plongent de 20 à 30 degrés vers l'est. Ces couches appartiennent à la partie supérieure des calcaires noirs, gris ou roux. On les voit surmontées, quelque mètres plus haut, par les dalles à Bélemnites.

C'est dans ces couches formant l'arête du col que l'on trouve une abondance vraiment extraordinaire d'Ammonites (*Arietites*). Un petit banc qui affleure à quatre ou cinq mètres à l'ouest de l'arête du col, en est littéralement pétri. L'épaisseur de la zone fossilifère ne semble pas, d'ailleurs, dépasser une dizaine de mètres.

Aucun autre fossile n'accompagne les Ammonites dans ladite zone. Les Bélemnites n'apparaissent que dans les dalles et ardoises supérieures. Les bancs inférieurs à la zone à Ammonites, immédiatement contigus aux cargneules, ne contiennent pas de fossiles.

Voici, telle qu'elle résulte des déterminations de l'un de nous, la liste des espèces recueillies dans ce gisement. Il serait certainement facile de grossir cette liste en séjournant quelques heures (1) aux environs de la Tête-Mouthe.

Du Charmouthien inférieur	*Dumortieria Jamesoni* Sow. sp. 2 échantillons typiques.
	Cycloceras Valdani d'Orb. sp.
Du Sinémurien	*Nautilus striatus* Sow.
	Arietites (Coroniceras) bisulcatus Brug. (très abondant).
	Arietites (Coroniceras) Lyra Hyatt.
	Arietites (Coroniceras) Bucklandi Sow. (em. Hyatt.).
	Arietites (Arnioceras) ceras Gübel sp.
	» *(Arnioceras) tardecrescens* Hauer sp.
	Arietites sp.
	Arietites (Vermiceras) Conybeari Sow. sp. *(A. Bonnardi* d'Orb.).

(1) Le gisement est à une altitude de 2750m. Des chalets de l'Alpe de Vénose, où l'on peut se rendre à mulet et dans lesquels on peut passer la nuit, il faut compter trois heures et demie ou quatre heures d'ascension jusqu'au col. Un guide est inutile à qui sait se servir de la carte.

De l'Hettangien { *Schlotheimia Charmassei* d'Orb. sp. (*Am. angulatus compressus* Quenst.). Fragment de grande taille, typique.

Les deux premières espèces présentent une *gangue et une coloration différente de celles des autres*; elles paraissent provenir de calcaires un peu plus argileux; ce qui permet de croire que les fossiles du Lias moyen ne se trouveraient pas ici, comme on serait tenté de le croire, mélangés à ceux du Lias inférieur, mais occupant un niveau distinct, probablement très voisin de celui des dalles à Bélemnites.

Il faut donc ajouter à la liste donnée par Lory : *Cycloceras Valdani* d'Orb. sp.; *Dumortieria Jamesoni* Sow. sp. du Liasien; *Nautilus striatus* Sow. *Arietites Lyra* Hyatt., *Ar. ceras* Gübel sp., *Ar. tardecrescens* Hauer sp. et *Schlotheimia Charmassei* d'Orb. sp., du Lias inférieur.

On voit que le gisement de Tête-Mouthe nous a fourni, comme à nos prédécesseurs, des espèces à la fois sinémuriennes et charmouthiennes. Il nous a semblé utile d'en préciser la coupe, les points où le Lias calcaire renferme des fossiles suffisamment déterminables pour donner des indications de niveaux aussi précises étant extrêmement rares et leur abondance devant nécessairement attirer l'attention sur cette localité.

On remarquera l'absence de tout vestige d'Acéphales ou de Gastropodes, tandis que les débris de Céphalopodes sont très abondants. Ce sont là les caractères du *faciès dauphinois*, si bien défini par M. Haug dans les Basses-Alpes et coïncidant avec l'emplacement actuel de la première zone alpine.

L'absence de la brèche du Télégraphe, si puissante à l'est du massif du Pelvoux, est également caractéristique du faciès dauphi-

comme dans les environs d'Allevard (1) et dans une portion des Basses-Alpes (2), par les schistes noirs *(Amaltheus margaritatus)*, inséparables des schistes toarciens (3). Il en est de même aux environs de La Chambre et de St-Jean-de-Maurienne.

Il serait désirable que des recherches détaillées fussent entreprises dans les divers points de nos Alpes, où ont été, à tort croyons-nous, signalés des mélanges d'espèces appartenant aux divers assises du Lias. On verrait alors, nous en sommes persuadés, que, malgré l'uniformité des caractères pétrographiques et la réduction des niveaux fossilifères, toutes les zones du Jurassique inférieur sont nettement représentées dans la région de l'Oisans. Les caractères du Lias dauphinois indiquent en effet assez clairement qu'à l'emplacement actuel des grands massifs du Pelvoux, des Rousses et de Belledonne, régnait à l'époque du Lias un bassin relativement profond, et rien n'autorise à croire qu'il y ait eu à ce moment, en dehors des régions côtières situées plus à l'Est (Briançonnais, Tarentaise), ou de quelques points voisins des chaînes subalpines (Laffrey), aucun phénomène d'émersion ni même d'oscillation capable de troubler la régularité d'une sédimentation vaseuse, abondante et continue.

---

(1) P. Lory. — Massif d'Allevard. *Ann. Ensg^l sup^r de Grenoble*, 1893, et *C. R. Soc. Stat. de l'Isère*, mai 1893.

(2) E. Haug. — Les Chaînes subalpines entre Digne et Gap. (*Bull. Serv. Carte Géol. Fr.* 1891). — W. Kilian. Notes sur l'histoire, etc., des Chaînes alpines du Briançonnais, etc. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XIX, 1891).

(3) Dans un grand nombre de localités, [aux environs des Hières et du Puy Golèfre, près la Grave, au Col Lombard, à Montrond (Savoie), au Col de la Madeleine (Savoie)] les schistes toarciens se continuent vers le haut, comme dans les pentes E. du Grésivaudan, par des assises feuilletées très analogues, reconnaissables toutefois par les *rognons* (ou miches) calcaires qu'elles renferment et contenant la faune du Bajocien inférieur. Au Col Lombard, d'autres assises de même couleur montrent une suite de niveaux fossilifères dont le plus élevé est oxfordien (W. Kilian, 1892). On a là l'indice d'un régime uniforme ayant régné pendant la plus grande partie de la période jurassique à l'ouest de la zone côtière du Briançonnais et correspondant probablement, ainsi que l'a montré M. Em. Haug, à la partie centrale d'un vaste géosynclinal, premier prélude du ridement alpin.

SUR LA GÉOLOGIE DES ENVIRONS DE BUGARACH ET LA CRAIE DES CORBIÈRES,

par **M. A. de GROSSOUVRE** (1).

Je me propose de donner dans cette note quelques détails sur la géologie des environs de Bugarach, région sur laquelle les travaux de M. Carez ont récemment appelé l'attention : j'en profiterai pour revenir sur divers points de la stratigraphie de la craie des Corbières et en même temps modifier ou préciser les conclusions d'un précédent travail (2).

Les belles coupes du mémoire de M. Roussel, sur le Crétacé des Petites-Pyrénées et des Corbières, nous ont montré que, dans cette dernière région, ce terrain constitue une série de plis synclinaux et anticlinaux orientés sensiblement Est-Ouest.

Ces plis sont dissymétriques et, dans les anticlinaux, la retombée vers le nord est toujours beaucoup plus abrupte que vers le sud ; il arrive même parfois que le flanc nord est presque vertical : souvent alors, il est accompagné d'une faille, de telle sorte que les couches de la base du synclinal adjacent viennent buter contre lui.

Le village de Bugarach (fig. 1) occupe une vallée synclinale dont le sol est formé par les affleurements de couches appartenant à l'étage Coniacien : ce sont les calcaires durs de la base de cet étage, désignés par M. Toucas sous le nom de *Calcaires à Cératites* et les marnes à *Micraster brevis*. Ces couches se redressent vers le nord pour former le flanc sud d'un anticlinal et, comme leur plongée est plus forte que celle du revers méridional de la montagne qui sépare

Le second est constitué en ce point par des assises, principalement gréseuses, qui renferment *Ostrea columba*, *O. flabellata*, *O. carinata*, et que l'on retrouve jusqu'au sommet de la montagne, au col de la Pourteille. Là, affleure une argile rougeâtre, avec quartz bipyramidé, accompagnée de cargneules : il est probable que cet affleurement se prolonge vers l'ouest et se relie à celui de la Source salée.

Il semble bien que ce terrain d'argile rouge et de quartz bipyramidé appartienne ici au Trias, mais peut-on affirmer que tous les terrains analogues sont bien triasiques ? C'est un point fort con-

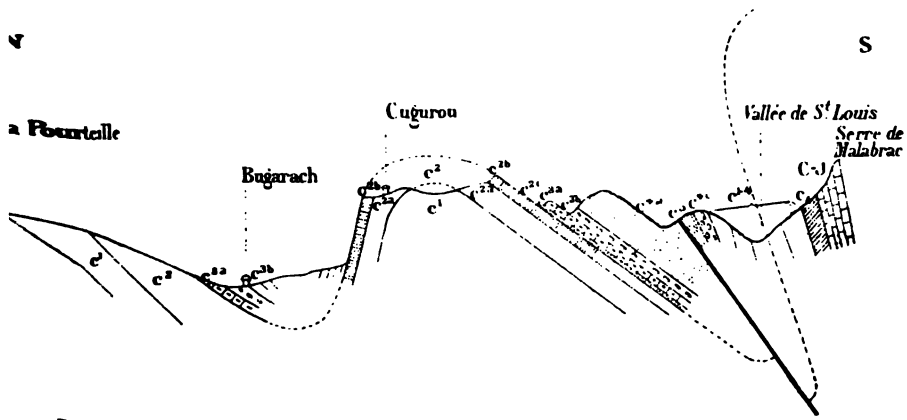


Fig. 1. — C-J, Néocomien et Jurassique. — C, Gault. — C¹, Cénomanien. — C², Turonien (C²ᵃ, Turonien inférieur ; C²ᵇ, barre à *Hipp. gosaviensis* ; C²ᶜ, couches marneuses) . — C³, Coniacien (C³ᵃ, calcaire à Cératites ; C³ᵇ, marne à *Micr. brevis*). — C⁴, Santonien (C⁴ᵃ, assises marno-gréseuses ; C⁴ᵇ, barre à *Hipp.* cf. *socialis* ; C⁴ᶜ, conglomérat de St Louis, peut-être Campanien). — C⁵, marnes micacées à *Act. quadratus*.

(Echelle des longueurs, $\frac{1}{60000}$; des hauteurs, $\frac{1}{30000}$).

testé, et certaines coupes de M. Roussel conduisent à une conclusion opposée.

En tous cas, il est assez curieux de voir dans cette région le quartz bipyramidé se répéter à divers niveaux. M. Viguier a signalé sa présence dans le Dévonien ; il existe dans le Trias ; M. Roussel l'a indiqué à divers horizons crétacés, et moi-même ai constaté que dans tous les grès cénomaniens fossilifères affleurant au pied nord de la chaîne de St-Antoine, la présence du quartz bipyramidé (1) est constante et que ce minéral y est très abondant.

(1) J'ai indiqué précédemment (Réunion extraordinaire dans les Corbières, *B. S. G. F.*, 3ᵉ sér., T. XX, p. 519) que les quartz cénomaniens ne paraissent pas avoir été empruntés à des affleurements triasiques, *inconnus* ou *masqués* au sud de la région du Pic. M. Carez, en me répondant, a signalé le gisement triasique bien connu de Campeau. Il convient de remarquer que précisément celui-ci n'a pu fournir de matériaux à la sédimentation cénomanienne, puisqu'il était recouvert à ce moment par les couches jurassiques et infracrétacées.

(Note ajoutée pendant l'impression).

Revenons maintenant à la vallée de Bugarach ; elle est limitée au sud par un escarpement calcaire très abrupt ; à peu près vis-à-vis du village, sous la métairie de Cugurou, il est formé par des bancs à *Hip. gosaviensis*, qui ont un pendage de près de 80° vers le nord ; un peu plus loin, à l'ouest, ils deviennent verticaux, et plus loin, vers le château du Bézu, ils semblent même avoir tendance à se renverser vers le nord.

J'avais pensé d'abord que les couches à Micrasters venaient buter par faille contre cet escarpement ; mais en explorant quelques-uns des monticules qui se trouvent à sa base, j'y ai vu les marnes sénoniennes se redresser et devenir parallèles aux bancs calcaires ; les éboulements qui se trouvent au pied de ces derniers ne m'ont pas permis d'étudier la succession complète des couches et de voir si tous les niveaux y étaient représentés, mais l'épaisseur est suffisante pour que la série entière puisse y être retrouvée ; il est donc fort vraisemblable qu'en ce point, au moins, il n'y a pas de faille.

L'étage Cénomanien affleure sur le petit plateau de Cugurou ; l'érosion qui a fait disparaître la tête de l'anticlinal a peut-être mis à nu, en certains points, les couches albiennes ; je n'ai point cherché à vérifier le fait, peu important en lui-même, car plus à l'ouest ces couches existent bien caractérisées dans la vallée de Tricoire et du Bézu, qui entame beaucoup plus profondément la voûte anticlinale.

Si, du plateau de la bergerie de Cugurou (située environ 1 kil. à l'ouest de la métairie), on descend vers le sud, on traverse une barre calcaire assez puissante, épaisse de 15 à 20 mètres environ, que l'on suit facilement de l'œil vers l'est et vers l'ouest. Elle forme l'escarpement qui se déroule d'une manière si pittoresque

nombreux et plus rapprochés, et l'on passe ainsi progressivement à un ensemble de couches très dures, séparées par de minces lits marneux, qui constituent la base de l'étage Sénonien, l'assise des *calcaires à Cératites*. Ce nouvel horizon se suit très bien sur le terrain et on le voit se diriger à l'ouest par Montplaisir et les Jordis vers les Escudiers, tandis qu'à l'est, il se prolonge jusqu'à la vallée de la Blanque.

Vers le sommet de cette assise calcaire, l'élément marneux devient de nouveau prédominant, les bancs durs prennent une structure noduleuse et l'on arrive ainsi au niveau des marnes et calcaires noduleux à *Micraster brevis*.

Ceux-ci passent graduellement à des marnes dans lesquelles l'élément sableux fait peu à peu son apparition et donne naissance, vers la partie supérieure de cette nouvelle assise marno-sableuse, à des grès solides qui dessinent une nouvelle crête. Ces grès sont souvent grossiers et contiennent de nombreux graviers de quartz blanc. Toute cette série ne m'a fourni aucun fossile.

Au-dessus, on trouve des argiles bleu-noirâtre micacées, dans lesquelles M. Roussel et moi avons recueilli *Actinocamax Toucasi* et *Act. quadratus*; puis, un conglomérat que l'on peut observer près de Parahou-le-Grand et près des Gascous : dans cette dernière localité, il est particulièrement développé et constitue une série de couches plongeant vers le Sud.

Outre un grand nombre de galets de quartz blanc et de roches primaires dont les dimensions varient de la grosseur d'une noix à celle du poing et même plus, ce conglomérat renferme des blocs arrachés aux terrains antérieurs, et notamment des plaquettes calcaires à angles à peine arrondis : on y trouve des fossiles cénomaniens et des fossiles sénoniens, des Hippurites et des Polypiers surtout. Je reviendrai tout à l'heure sur cette faune.

Au-dessus du conglomérat se développe une masse puissante de marnes calcaires grisâtres, alternant avec des bancs calcaires bien lités ; ces couches plongent fortement vers le sud et affleurent sur la pente qui s'élève au nord de Parahou et de St-Louis ; leur pendage devient peu à peu très prononcé et se rapproche rapidement de la verticale.

Elles constituent une série homogène et continue dans laquelle les fossiles sont très rares. MM. J^{h} Jean et Savin y ont trouvé, près de St-Louis, *Act. Toucasi* et *Micraster brevis*; M. Roussel et moi avons observé, près de Parahou-le-Grand, un banc où les Micrasters n'étaient pas rares.

Plus haut, on voit s'intercaler des lentilles gréseuses qu'au pre-

mier abord on pourrait prendre pour des éboulements glissés d'affleurements placés à un niveau plus élevé. Telle avait été tout d'abord notre première impression, à M. Roussel et moi, l'an dernier, lorsque nous sommes allés observer la lentille gréseuse qui se trouve au sud de Parahou-le-Grand ; mais, en l'examinant attentivement, nous avons vu que les grès, assez grossiers dans la partie centrale, deviennent plus fins sur les bords, se litent peu à peu et passent à des marnes sableuses, souvent pétries d'Orbitolines, qui, elles-mêmes, se relient progressivement aux marnes purement calcaires. Les grès renferment des radioles de Cidaris, des Rhynchonelles (*Rh. depressa*), des Térébratules (*Ter. biplicata*) identiques à la forme que l'on trouve dans le Cénomanien supérieur de Briollay (Maine-et-Loire), *Ostrea carinata* ; M. Roussel a recueilli autrefois, dans le voisinage, une Caprine que M. Douvillé a reconnu être identique à *Caprina adversa* de l'Aquitaine.

Au-dessus, on trouve des marnes noires feuilletées identiques aux marnes albiennes de la région, et enfin au sommet on arrive à l'escarpement calcaire qui constitue la serre de Malabrac.

Il existe donc, entre le col de Cugurou et la serre de Malabrac, une succession de couches plongeant toutes vers le Sud et ayant toutes sensiblement la même direction.

Comment interpréter cette coupe ? Avons-nous là une série sédimentaire continue, ou au contraire, y a-t-il réapparition des mêmes couches, par suite d'un plissement dont la tête aurait été arasée ?

La paléontologie et la stratigraphie régionale sont d'accord pour indiquer que la deuxième solution est seule admissible.

D'une part, les assises gréseuses que l'on rencontre au-dessus de Parahou et de St-Louis renferment une faune franchement cénomanienne

ments sableux littoraux : il serait extraordinaire que, dans la vallée de St-Louis, on trouvât une longue succession de couches subpélagiques, marneuses et sableuses, au-dessus de l'horizon d'*Act. quadratus*.

Les marnes micacées à *Act. quadratus* doivent être considérées comme la formation la plus récente de la série qui se développe entre le col de Cugurou et la serre de Malabrac.

Par suite, la vallée de St-Louis correspond à un synclinal, dont le plan axial plonge vers le Sud.

J'ai dit précédemment que les couches qui affleurent dans cette région ont sensiblement la même direction. Cela n'est vrai que dans une certaine mesure, ou plutôt cette disposition n'est qu'apparente, comme j'ai pu m'en rendre compte en parcourant le pays, de manière à tracer sur la carte les affleurements des divers terrains. On voit alors que si, sur le bord septentrional de la vallée, la barre turonienne, les calcaires durs coniaciens, les marnes à Micrasters, dessinent une série de bandes régulières et parallèles, celles-ci sont coupées obliquement par les affleurements des conglomérats et des couches plus méridionales.

Ainsi, près de St-Louis, le conglomérat est superposé aux marnes à *Act. quadratus*; plus à l'ouest, il vient en contact avec les assises marno-gréseuses du Santonien ; à la bergerie d'En Plantié, il est à peu de distance des marnes à Micrasters, et vers les Gascous, il bute contre le Turonien.

Cette discordance ne peut s'expliquer que par un chevauchement des deux ailes du pli, le conglomérat appartenant à la masse de recouvrement.

Doit-on encore rattacher à celle-ci l'argile bleue micacée à *Act. quadratus* ?

Jusqu'à présent, nous ne possédons aucun élément paléontologique permettant de fixer avec précision le niveau exact des grès grossiers qui lui sont inférieurs. Mais nous verrons plus loin que ces grès grossiers sont inférieurs à un banc calcaire à *Hip.* cf. *socialis*, qui appartient à la partie inférieure du Santonien. On peut en conclure qu'il y a lacune entre les assises marno-gréseuses et l'horizon à *Act. quadratus* : ce dernier appartient ainsi à la masse de recouvrement.

On trouve à la surface du sol, mélangés à des cailloux blancs plus ou moins volumineux, des fossiles qui paraissent provenir de la désagrégation, soit du conglomérat, soit des grès grossiers : leur origine est nettement indiquée par des graviers adhérant encore à la

surface des coquilles ou ayant pénétré à leur intérieur. Il est certain qu'un certain nombre de ces fossiles ont été fournis par la destruction du conglomérat, puisque ce dernier en renferme, mais peut-être y en a-t il aussi qui viennent des grès grossiers, car si je n'y ai pas trouvé de fossiles dans la région de St-Louis, on rencontre plus à l'Est, dans le bassin de Camps, des grès, prolongement de ceux de St-Louis, qui renferment une faune assez abondante : Actéonelles, Nérinées, Polypiers, etc. Rien ne s'oppose donc à ce que certaines assises gréseuses du bassin de St-Louis, enlevées par dénudation, aient aussi renfermé des fossiles. En tout cas, ceux que l'on récolte à la surface du sol, particulièrement dans les ravines creusées dans les argiles santoniennes et campaniennes, ne peuvent provenir que de formations gréseuses, car, comme je le disais précédemment, des fragments de grès leur sont souvent adhérents.

La faune de Polypiers, de Gastropodes et de Lamellibranches que l'on peut ainsi recueillir n'a rien d'assez caractéristique pour permettre d'en déduire l'âge. Les Hippurites font seuls exception, et M. Douvillé a déterminé : *Hip. bioculatus* ou *cornucopiæ* (détermination précise impossible, car la valve supérieure manque toujours) ; *Hip. turgidus*, *Hip. sulcatoides* (var. des Croutets). Nous verrons plus tard que cette faune correspond au niveau moyen d'Hippurites de Sougraignes et de la montagne des Cornes. Ces Rudistes ne peuvent donc provenir que du conglomérat, où j'ai d'ailleurs constaté directement leur présence près de Parahou-le-Grand : puisqu'ils y existent à l'état remanié, on peut en conclure que ce conglomérat est postérieur au niveau moyen de Rudistes de Sougraignes. A l'époque où il s'est formé, les Rudistes pouvaient continuer à se développer plus au large, et, comme précisément j'ai trouvé à Sougraignes une lentille de Rudistes intercalée dans les assises gréseuses supérieures

Coum du Bec, ouverte dans le Cénomanien, et celle de Tricoire et du Bézu, ouverte dans le Gault.

L'axe de ce pli plonge vers l'est, contrairement à l'allure générale de ceux de cette région. M. de Margerie a en effet montré (Notes sur la structure des Corbières, p. 13, *Bull. Serv. Carte Géol. France*, 1890) que les plis des Corbières présentent tous le même plongement vers l'ouest.

En même temps que la tête du pli s'abaisse vers l'Est, celui-ci se déprime. Ainsi le flanc nord, qui était presque vertical sous Cugurou, n'a plus qu'une plongée de 48° vers le nord, un peu à l'est de cette métairie, et devient presque horizontal dans la vallée de la Blanque, sous le pic de Bugarach.

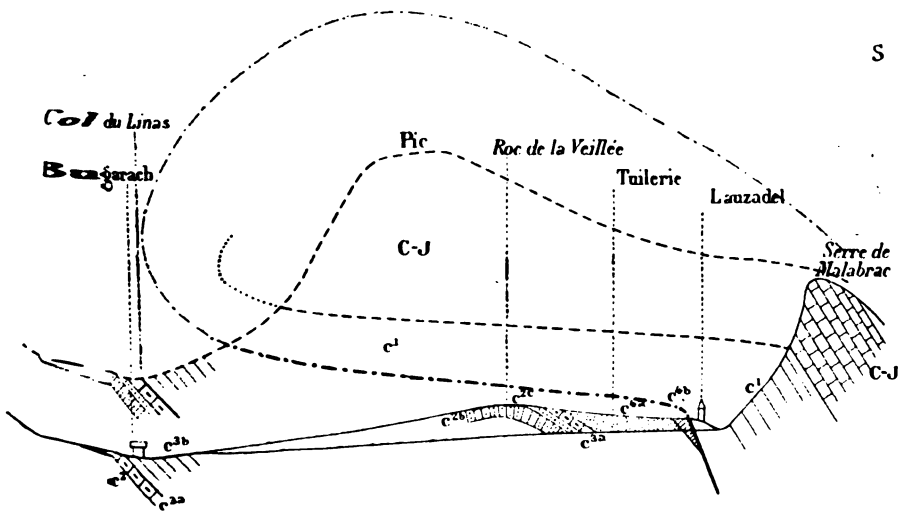


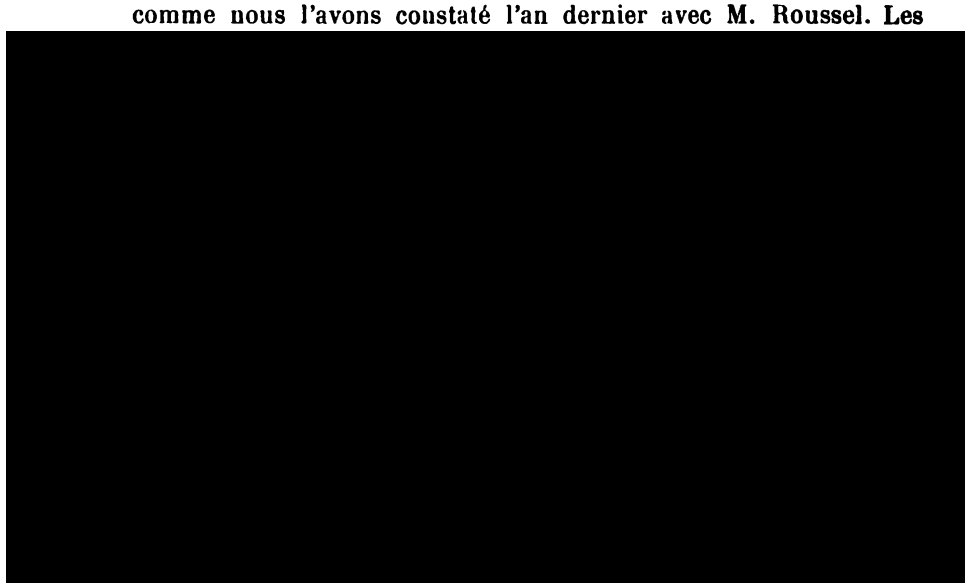
Fig. 2. — C-J Néocomien et Jurassique. — C^1, Cénomanien. — C^2, Turonien (C^{2b}, barre à *H. gosavensis* ; C^{2c}, couches marneuses). — C^3, Coniacien (C^{3a}, calcaires à Cératites ; C^{3b}, marnes à *Micr. brevis*). — C^4, Santonien (C^{4a}, assises marno-gréseuses ; C^{4b}, barre à *Hipp. cf. socialis*).
Le trait pointillé représente la projection de la coupe prise par le col du Linas.
(Echelle des longueurs, $\frac{1}{60000}$ des hauteurs, $\frac{1}{30000}$).

Suivons la coupe de cette vallée entre le village de Bugarach et le hameau de Lauzadel (fig. 2): il n'est pas possible, ou en tout cas fort difficile, de l'établir d'une manière bien complète, car de nombreux éboulis empêchent l'observation du sous-sol.

A Bugarach même, nous sommes sur les marnes à Micrasters, plongeant assez fortement vers le sud : elles sont surmontées de marnes peu fossilifères. En suivant le lit de la Blanque, on aperçoit

de distance en distance, sous les éboulis, quelques affleurements de marnes bleues à stratification peu distincte ; le pendage en semble, en général, très faible ou même nul ; mais quand on arrive près du grand escarpement correspondant à la masse rocheuse connue dans le pays sous le nom de Roc de la Veillée, on observe un léger pendage vers le nord. Cet escarpement se trouve, sur la carte d'état-major, sous la première, vers le nord, des deux bergeries indiquées B^{ies} et situées à l'ouest du chemin de Bugarach à Lauzadel.

Sous le Roc de la Veillée, le lit de la Blanque est tranché à pic, sur une hauteur de près de 80 mètres : il donne une coupe très belle d'une série de couches affectant la forme d'une voûte incomplète : on en a là seulement le sommet formé par des couches presque horizontales, et la retombée vers le sud plongeant sous un angle d'environ 20 à 25°. Le Roc lui-même est constitué par une masse calcaire, qui n'est autre que le prolongement de la barre à *Hip. gosaviensis* et *Rh. Cuvieri*, que nous avons observée aux environs de Cugurou. C'est au-dessus du Roc, d'ailleurs, que nous avons trouvé, avec M. Roussel, plusieurs échantillons *d'Hip. gosaviensis*; si nous y avons recueilli aussi le *M. brevis*, ce ne peut être que par suite d'un remaniement, car les couches marneuses, immédiatement superposées aux calcaires du Roc, sont encore turoniennes et correspondent à l'assise marneuse, qui, plus à l'ouest, dans la coupe précédente, s'intercale entre les calcaires à *Hip. gosaviensis* et les calcaires coniaciens. Au milieu de ces couches marneuses, se développe une autre lentille de Rudistes, qui constitue le monticule situé près de la deuxième bergerie, dite bergerie del Roumat ; elle est composée uniquement par des Hippurites sp. nov (aff. *inferus*), serrés les uns contre les autres, et dans leur position normale, comme nous l'avons constaté l'an dernier avec M. Roussel. Les



braria, *Astrocœnia Koninckı*, *A. decaphylla*, *Dendrogyra pyrenaica*) quelques Gastropodes (*Nerinea Buchi*, *Nerita* sp. nov (aff. *rugosa*)), des valves de *Plagyoptychus* et de petites valves supérieures libres de Sphérulites, tout comme dans le gisement turonien des environs de Châteauneuf-sur-Charente (Charente).

On a souvent signalé ce gisement d'Actéonelles comme se trouvant à Lauzadel même, petit hameau situé un kilomètre plus loin au sud. Cette indication provient évidemment d'une confusion, car Lauzadel est bâti sur des assises gréseuses rousseâtres fort différentes des grès de la Tuilerie et ne renfermant aucun fossile; c'est en vain que j'ai cherché, à Lauzadel et dans les environs, la faune que l'on y signalait et dont la présence en ce point me semblait fort anormale, eu égard à ce que je savais de l'allure des assises. Comme la Tuilerie appartient à un habitant de Lauzadel, je suppose que l'erreur de désignation provient de cette cause.

Si l'on continue à remonter le cours de la Blanque, on reste dans des assises marno-gréseuses, et lorsque l'on arrive au-dessous de Lauzadel, au point où la vallée se coude à angle droit pour se diriger vers St-Louis, dans la direction de l'ouest, on observe un banc de calcaire très compact, un peu jaunâtre, qui renferme avec *Hip. galloprovincialis* une autre espèce très voisine de *Hip. socialis* de la Provence, sinon identique à elle. Ce calcaire est en contact avec un autre, gris, à texture gréseuse, où M. Roussel a rencontré, dans les mêmes blocs, des Caprines associées à *Hip.* sp. nov. (aff. *inferus*), c'est-à-dire à l'espèce turonienne déjà trouvée plus en aval, près de la bergerie del Roumat.

Ce point indique donc le contact de la série normale avec la série renversée, contact qui se fait, pour cette dernière, vers la limite du Turonien et du Cénomanien, comme le montre la présence de la Caprine et de l'Hippurite ; d'ailleurs, si, du pont nouvellement construit sur la Blanque, au-dessous de Lauzadel, pour la route de St-Louis à Bugarach, on remonte vers le sud, on rencontre, très peu au-dessus du niveau du pont, des grès et des marnes gréseuses avec Orbitolines, c'est-à-dire le Cénomanien.

Le banc calcaire à *Hip. galloprovincialis* et *Hip.* cf. *socialis* se place vers la partie supérieure de l'assise marno-gréseuse qui, dans le bassin de St-Louis, surmonte les marnes à Micrasters comme le montre l'allure générale des couches. J'établirai plus loin que ce calcaire correspond au niveau inférieur de Rudistes de l'étage santonien : l'assise marno-gréseuse de St-Louis appartient donc au Santonien inférieur, et dans la vallée de la Blanque nous y avons trouvé

un niveau fossilifère renfermant un certain nombre des fossi… recueillis à la surface du sol de la vallée de St-Louis. Ces dernie… peuvent donc provenir, comme nous l'avons supposé, soit direct… ment de la destruction de ces assises marno-gréseuses, soit du co… glomérat, où ils existeraient à l'état remanié et ayant toujours … même origine première.

Les éboulis nous ont empêché de voir comment se fait le racco… dement des couches coniaciennes de Bugarach avec celles de l… vallée de la Blanque. Y a-t-il continuité entre elles ou interruptio… par suite d'un petit décrochement des couches? Il est impossible d… le préciser ; mais ce que les observations permettent d'affirmer … c'est que l'anticlinal de Cugurou est fortement surbaissé dans l… vallée de la Blanque et à peu près réduit à un monoclinal.

Nous venons de faire la coupe du terrain en suivant le fond de… la vallée de la Blanque, entre Bugarach et Lauzadel : reportons-nous… maintenant un peu plus à l'est, à un niveau supérieur, tout en restant sur le versant occidental du Pic (fig. 2, cette coupe est… tracée en pointillé).

Lorsque l'on suit la route de Bugarach à Camps, c'est-à-dire lorsque l'on se dirige vers le col de Linas, situé à 2 kilomètres à l'est, et à une altitude de 150 mètres au moins supérieure à celle du village de Bugarach, on reste tout le temps dans les couches coniaciennes : elles sont ici fortement redressées vers l'est et, en effet, on constate qu'elles plongent vers le village. En descendant du col de Linas vers Camps, on observe un plongement inverse, de telle sorte que l'affleurement des couches descend graduellement, pour se retrouver, au-dessous de Camps, presque au même niveau qu'à Bugarach. On a donc là un plissement d'une direction différente de celle des plis principaux de la région, phénomène que l'on observe

nord on observe quelques lits marneux avec Ostracées, dont l'attribution au Néocomien ne peut être douteuse.

Quant aux calcaires grisâtres désignés sous le nom de dolomies (sont-ce bien de véritables dolomies ?), on les voit vers le sud se relier incontestablement, comme l'avait depuis longtemps reconnu d'Archiac, au massif calcaire qui constitue la chaîne de St-Antoine; la présence, dans cette dernière, d'affleurements incontestables d'Infra-lias doit donc faire rattacher ces calcaires, pour partie au moins, au Jurassique. La masse du Pic de Bugarach est donc jurassique et infra-crétacée.

Au-dessous d'elle affleurent, sur tout son revers occidental, des marnes et grès à Caprines et à Orbitolines, que l'on retrouve également sur son revers oriental.

Il est tout naturel de supposer que le massif calcaire est superposé aux assises cénomaniennes qui, elles-mêmes, recouvrent en discordance et en superposition anormale les couches sénoniennes et turoniennes du fond du ravin de la Blanque.

D'Archiac, écartant l'hypothèse d'un recouvrement qui lui paraissait invraisemblable, considérait que le Pic de Bugarach avait été relevé par plusieurs failles. M. Roussel (1887-1890) pense que le Pic est constitué par une masse de calcaire primaire émergeant au milieu des marnes crétacées. M. Carez (1889) regarde les calcaires du Pic comme formant recouvrement au-dessus des marnes sénoniennes sous-jacentes.

Il n'est pas possible ici de démontrer directement que les couches crétacées passent sous le Pic au lieu de le contourner : en Provence, dans la région du Beausset, des travaux de mines, ouverts dans les couches charbonneuses du Crétacé supérieur, ont conduit sous le Muschelkalk et ont ainsi prouvé que ce dernier constituait bien réellement une masse de recouvrement.

Cette preuve directe fait défaut pour le Pic de Bugarach et, pour établir son architecture, nous n'avons que les arguments stratigraphiques et paléontologiques. Cependant, un fait démontre matériellement la réalité du recouvrement : c'est l'existence, tout autour du Pic, de sources nombreuses qui viennent jaillir vers la ligne de contact des calcaires et des marnes ; leur présence serait inexplicable si les calcaires s'enfonçaient sous ces dernières ; elle est toute naturelle si, au contraire, ils leur sont superposés, car ils constituent alors une sorte d'éponge imbibée d'eau, et celle-ci s'écoule le long de la surface de contact avec les assises marneuses imperméables sous-jacentes.

En suivant le chemin de Bugarach à Campeau, on reste presque tout le temps sur les assises marno-gréseuses du Cénomanien : je n'ai observé de ce côté aucun affleurement des marnes albiennes et il est fort probable qu'elles ont disparu par laminage.

A la bergerie de Lauzadel, un peu avant le col de Campeau, au col et à Campeau, on trouve des affleurements de marnes argileuses rougeâtres, en petits lits bien réguliers, qui appartiennent à l'Infra-lias ou au Trias.

En descendant de Campeau sur Camps, on marche d'abord sur des bancs calcaires, et, aux Roubis, on arrive sur des marnes feuilletées noires. Vers leur base, elles se chargent peu à peu de calcaire et forment des bancs de plus en plus solides, dans lesquels l'élément siliceux apparaît bientôt. Ces couches calcaréo-gréseuses renferment des Orbitolines, des Caprines, et se poursuivent, avec alternances marneuses, dans la plaine fortement ondulée qui s'étend au pied nord de la chaîne de St-Antoine de Galamus.

Le pic de Chalabre offre de toute évidence une coupe analogue à celle des Roubis. Quand on est sur la hauteur, il est facile de suivre sur le terrain les arêtes qui correspondent aux affleurements des diverses couches et d'apercevoir leur concordance aux mêmes niveaux. On acquiert ainsi la conviction que la masse calcaire qui couronne le pic de Chalabre est le prolongement de celle qui affleure au-dessus des Roubis et que, comme cette dernière, elle se relie au massif de la chaîne de St-Antoine. Le talus marneux du revers septentrional du pic correspond à l'affleurement des marnes et des couches calcaréo-sableuses qui s'étalent au-dessous des Roubis, et cette assimilation est d'autant moins douteuse que j'ai pu constater la présence des assises cénomaniennes fossilifères, à l'ouest, au nord et à l'est des pentes du pic de Chalabre. L'existence à son sommet de couches sénoniennes ou turoniennes serait inexplicable, eu égard à la structure géologique de la région ; sans avoir exploré ce point particulier, je regarde comme assuré que si l'on y trouve des Rudistes, ce sont des Rudistes urgoniens : la continuité des lignes tectoniques conduit nécessairement à cette conclusion.

Pour achever de nous rendre compte de la structure de la région, terminons par une coupe entre Cubières et le moulin de Cubières (fig. 3) ; celui-ci est situé au pied même de la chaîne, vers le point coté 415 sur la carte.

Près de ce moulin, on constate que les marnes noires feuilletées du Gault, dans lesquelles M. Cairol a recueilli autrefois des fossiles albiens, plongent vers le Sud, en stratification concordante, sous

les calcaires de la chaîne : la superposition n'est pas contestable ; elle se voit dans la coupe naturelle donnée par l'Agly.

Au-dessous de ces marnes albiennes affleurent des assises calcaréo-gréseuses dans lesquelles on trouve abondamment des Orbitolines : çà et là se montrent aussi des Caprines. Le Cénomanien est donc recouvert par l'Albien ; sa puissance paraît ici fort considérable, car en remontant le ruisseau vers Cubières, on reste, sur un kilomètre environ, dans des marnes calcaires et des grès renfermant des *Orbi*tolines et des Caprines.

Les derniers affleurements se voient sur le monticule situé im-

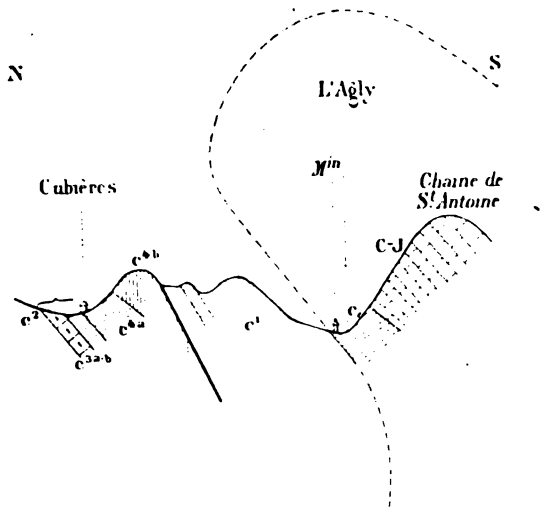


Fig. 3. — C-J, Néocomien et Jurassique. — C, Gault. — C¹, Cénomanien. — C², Turonien. — C3a-b, Coniacien. — C4a-b, Santonien (C4a, assises marno-gréseuses; C4b, barre à *Hipp.* cf. *socialis*).

(Echelle des longueurs, $\frac{1}{60000}$; des hauteurs, $\frac{1}{30000}$)

médiatement à l'ouest de Cubières : ils arrivent au contact de la masse calcaire qui en couronne le sommet. Celle-ci, plongeant assez fortement vers le sud, disparaît sous le Cénomanien.

Presque parallèlement à ce massif calcaire court un banc gréseux, littéralement pétri de Caprines. J'ai trouvé dans ces couches entre autres fossiles : *Rh. Cuvieri*, une Térébratelle qui m'a paru identique à *Ter. Menardi*, *Ostrea carinata*, *Holaster tercensis*(1), radioles de

(1) Détermination de M. V. Gauthier.

Cidaris, *Polyconites operculatus*. Un des échantillons de Caprines que j'en ai rapportés ressemble, d'après M. Douvillé, à une forme de Sicile.

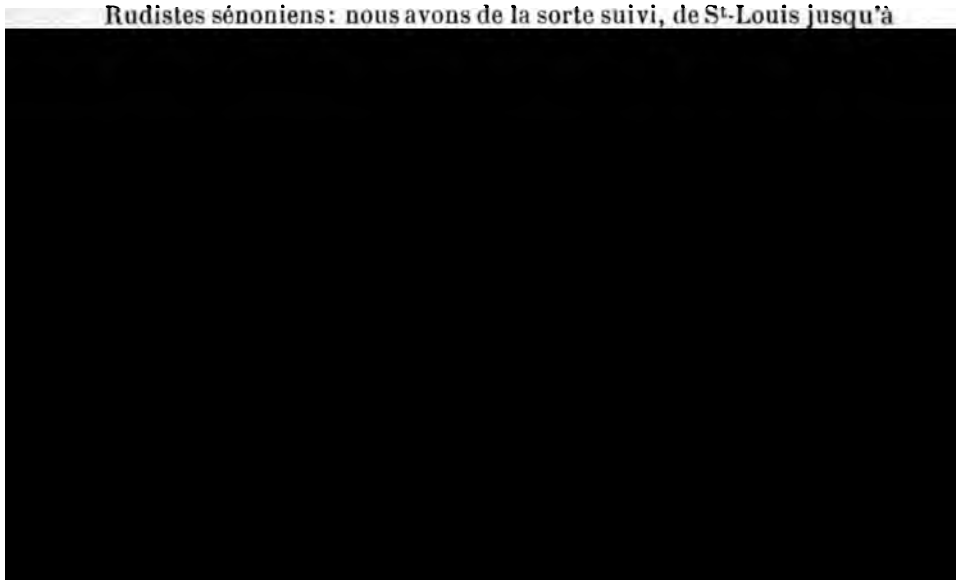
Le massif calcaire renferme vers sa base: *Hip.* cf. *socialis*, très nombreux, *Hip. sublævis*, *Hip. galloprovincialis*, ce dernier déjà signalé par M. Carez. A son sommet j'ai recueilli *Hip. latus*.

Au-dessous de ce massif, sur le revers nord du monticule, affleure un système marno-gréseux avec bancs de grès grossiers, semblables à ceux qui existent plus à l'ouest, vers la Bastide ; dans cette dernière localité ils renferment des Actéonelles, des Nérinées, etc.

Au pied de ce talus marno-gréseux, se montrent les couches marneuses à *Micraster brevis*.

Le monticule 496 est séparé du précédent par la coupure de l'Agly, gorge très étroite, très mal rendue par la topographie de la Carte d'État-major. Le massif calcaire plonge ici sous des marnes micacées où l'on rencontre quelques Micrasters : ces marnes ont l'apparence de celles qui appartiennent à la partie supérieure du Coniacien. Si l'on admet cette hypothèse, il faut les considérer comme faisant partie de la masse de recouvrement : elles constitueraient un petit lambeau, isolé par le rabotement produit dans le traînage de cette masse. Rien n'empêche non plus de les considérer comme appartenant à la série normale et étant régulièrement superposés à la barre calcaire, car on trouve des Micrasters dans tout le Sénonien et j'en ai vu, en rares échantillons il est vrai, jusque dans les couches intercalées entre les bancs à *Hip. cornucopiæ*.

Ainsi, dans cette coupe comme dans la précédente, le Cénomanien arrive, par chevauchement, en superposition sur les calcaires à Rudistes sénoniens: nous avons de la sorte suivi, de St-Louis jusqu'à



Cette faune est d'ailleurs identique à celle que l'on rencontre à la montagne des Cornes dans le premier niveau d'Hippurites de l'étage Sénonien, niveau supérieur aux marnes à *Micraster brevis*. C'est celui que M. Toucas a caractérisé ainsi (*B. S. G. F.*, 3e sér., T. VIII, p. 52), dans sa coupe de la montagne des Cornes :

« 4. Calcaires très compactes formant la corniche de la montagne des Cornes et ayant à la base un banc pétri de *H. organisans*, *H. cornuvaccinum*, *H. bioculatus*. »

C'est aussi celui que j'ai indiqué sous le n° 3 de ma coupe de la montagne des Cornes (fig. 1. Craie des Corbières, p. 2.)

J'y ai recueilli dernièrement quelques échantillons des Hippurites en effet très nombreux à la base du banc calcaire : ils appartiennent tous à la même espèce et possèdent les caractères intérieurs de l'*Hip. socialis* du Beausset ; l'absence seule de la valve supérieure ne permet pas d'affirmer avec certitude l'identité des formes des deux régions ; mais ce qui justifie ce rapprochement c'est que, des deux côtés, elles sont associées à *Hip. sublævis*. M. Carez a, en effet, recueilli un exemplaire de ce dernier dans le gisement de la montagne des Cornes et moi-même en ai trouvé un grand nombre à Camps. M. Toucas signale encore du gisement de la montagne des Cornes, *Hip. cornuvaccinum* et *Hip. bioculatus*. Je n'ai point rencontré cette dernière espèce dans aucun des gisements précédents, mais j'ai recueilli *Hip. galloprovincialis* à Lauzadel et à Cubières, et c'est vraisemblablement ce type que M. Toucas a désigné comme *cornuvaccinum*.

Les calcaires à Rudistes de Lauzadel, Camps et Cubières, appartiennent donc par leur base au niveau inférieur de Rudistes de l'étage Sénonien ; comme j'ai recueilli vers leur sommet *Hip. latus*, il est probable qu'ils comprennent aussi les niveaux supérieurs.

Il résulte de ce qui précède que *H. galloprovincialis* et *H. latus*, (deux formes que j'ai désignées précédemment, pour les gisements des Corbières et ceux des environs de Foix, sous le nom de *corbaricus*) n'ont commencé à se montrer que dans l'étage Santonien, contrairement à l'opinion que j'avais exprimée dans ma note sur la craie des Corbières ; *H. galloprovincialis* serait vraisemblablement caractéristique du Santonien inférieur, et jusqu'à présent je n'en connais aucun gisement authentique d'un niveau moins élevé.

Ici, je dois indiquer encore une modification que des recherches récentes m ont amené à apporter à la classification des couches des Corbières.

J'avais considéré *Mortoniceras texanum* comme une espèce carac-

téristique de la limite du Coniacien et du Santonien et comme se trouvant à la fois dans les deux étages : Coniacienne (de l'étage de l'Emscher), en Westphalie ; Santonienne, dans l'Aquitaine, où elle se trouverait dans l'assise M[1] de M. Arnaud, avec *Placenticeras syrtale*. Un examen plus attentif m'a amené à douter de l'identité de la forme de l'Emscher et de celle du Santonien. Toutes deux sont bien caractérisées par cinq rangées de tubercules sur les côtés, mais dans la première les distances de ces cinq rangées sont sensiblement égales, comme l'indiquent le texte et les figures de M. le Dr Schluter, tandis que dans l'autre les distances sont inégales et les deux derniers intervalles (du côté externe) sont beaucoup plus petits que les autres. On aurait donc là deux formes différentes: la première, spéciale à l'étage Coniacien, n'aurait été trouvée encore que dans les marnes de l'Emscher, en Westphalie, tandis que la seconde habiterait dans l'Aquitaine la base de l'étage Santonien avec *Pl. syrtale*. Ainsi s'expliquerait ce fait qu'*Am. texanus* n'a été signalé en Westphalie qu'au-dessous de la zone à *Am. syrtalis*, tandis que dans l'Aquitaine, il caractérise sa base et n'existe pas au dessous.

L'*Am. texanus* de Sougraignes étant identique à celui de l'Aquitaine, il en résulte que les couches qui le renferment doivent être rattachées à l'étage Santonien. Or, ce fossile se trouve non-seulement dans les marnes bleues du bas du chemin de Sougraignes aux Croutets, mais encore plus bas, car M. Carez en a recueilli un exemplaire au voisinage de la barre calcaire à *Hip.* cf. *socialis* et moi-même en possède un autre de ce même niveau.

Celle-ci doit ainsi être rattachée à l'étage Santonien et sa faune de Rudistes appuie cette conclusion, car, avec l'espèce précédente, on trouve *H. sublævis* (Montagne des Cornes, Cubières) et *Hip.*

faune d'Ammonites encore santonienne mais avec indication de quelques affinités campaniennes, puis un nouveau niveau de Rudistes avec *Hip. galloprovincialis*, *Hip. turgidus*, *Hip. sulcatoides* (var. spéciale), *Hip. cornucopiæ* et *Hip. bioculatus*.

Celui-ci est surmonté par des assises gréseuses, dans lesquelles j'ai trouvé une nouvelle couche de Rudistes, non encore signalée en ce point: elle renferme *Hip. striatus*, *Hip. sulcatus* et *Hip. latus;* plus haut se montrent les marnes à *Tellina Venei* que j'ai assimilées aux marnes à *Act. quadratus* du bassin de St-Louis.

A la montagne des Cornes, j'ai pu reconnaître la même succession.

Au-dessus de la première barre à *Hip.* cf. *socialis* et *Hip. sublœvis*, j'ai observé un banc renfermant seulement *Hip. cornucopiæ* : immédiatement au-dessous se trouve une marne dans laquelle ont été recueillis trois échantillons d'*Act. Toucasi*.

Plus haut vient le massif classique de la montagne des Cornes, dans lequel on peut distinguer :

Vers la base, un horizon avec *H. cornucopiæ*, *H. bioculatus*, *H. canaliculatus*, *H. crassicostatus*, *H. turgidus*.

Au sommet, *H. bioculatus*, *H. striatus*, *H. sulcatus*, *H. sulcatoides* (var. *sulcatissima*), *H. latus*, *H. organisans*.

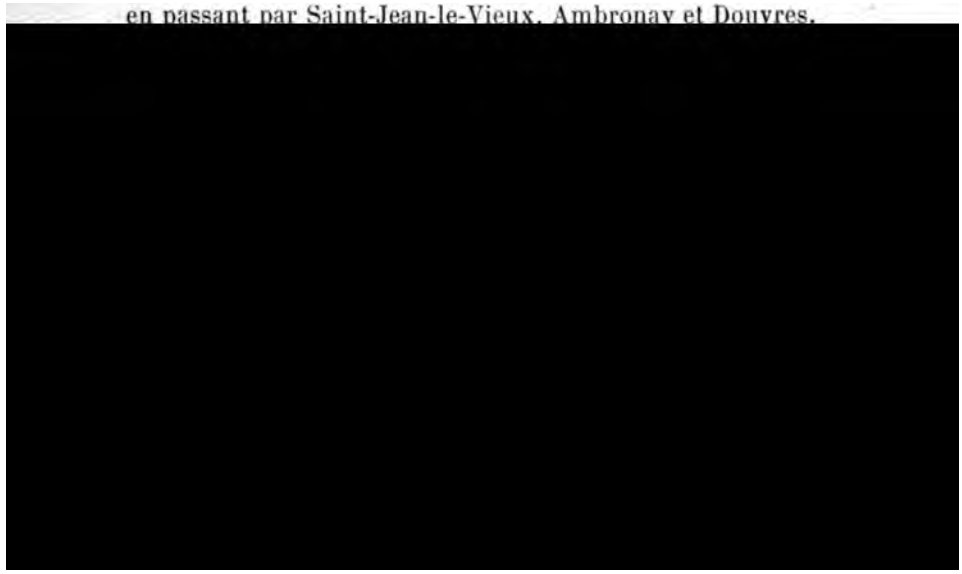
Aux environs de Foix, *H. latus* ne paraît exister que dans les parties inférieures du gisement, avec *H. variabilis* particulièrement, tandis que *H. Heberti* et *H. Archiaci* montent plus haut : les Hippurites de Leychert et de Benaïx caractériseraient donc, contrairement à ce que je pensais tout d'abord, un niveau assez élevé et appartiendraient certainement à l'étage Campanien.

LA FAUNE DE PIKERMI A AMBÉRIEU (AIN),

par M. BOISTEL (1).

La structure des plateaux tertiaires de la Bresse, des Dombes et du Bas Dauphiné, qui s'étendent, à l'est du cours de la Saône et du Rhône, sur une longueur de 230 kilomètres environ, de Gray à Saint-Marcellin, a toujours été pour le géologue un des problèmes les plus ardus. Le bel ouvrage de MM. Falsan et Chantre, consacré à la *Monographie des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône*, rend compte d'une manière satisfaisante des allures générales de ces terrains et permet de les rapporter avec certitude dans leur ensemble aux formations pliocènes, se continuant sans interruption pendant la période quaternaire, jusqu'à l'époque de la grande extension des glaciers, et, depuis cette époque, jusqu'à nos jours.

Mais on a dès longtemps signalé, dans cette vaste région, quelques lambeaux de terrains plus anciens ; et, parmi eux, une double bande s'étendant du nord au sud, au pied de la falaise jurassique qui domine ces plateaux du côté de l'est. L'une de ces bandes se montre le long du Surand et de la rivière d'Ain, depuis Soblay, près Neuville-sur-Ain, jusqu'à Priay et Mollon, près de Meximieux. L'autre serre encore de plus près le pied des montagnes et se développe depuis Mérignat et Jujurieux jusqu'à Ambérieu-en-Bugey, en passant par Saint-Jean-le-Vieux, Ambronay et Douvres.



jadis à Soblay et à Douvres, on a signalé un mélange remarquable de la faune pliocène et de la faune miocène (1). Les Mollusques appartiendraient à la première ; la plupart des espèces sont identiques à celles d'Hauterive ou s'en rapprochent extrêmement. Voici celles qu'on a signalées à Soblay : *Melanopsis Ogerieni* Loc. (= *M. buccinoidea* var. *minuta* Fér.); *Neritina concava* Fér.; *Valvata* sp ; *Helix* ; grands Planorbes (2). Les débris de Mammifères semblent au contraire se référer à une faune plus ancienne caractérisée par la présence du *Dinotherium giganteum*, signalé à Saint-Jean-le-Vieux (3) et à Oussiat (4) près Pont-d'Ain, du *Mastodon turicensis* Schinz, à Soblay, en association avec l'*Hipparion gracile* Kaup., le *Sus major* Gerv., *Rhinoceros* cf. *Schleiermacheri* Kaup, *Chalycomis Jægeri* Kaup., *Protragocerus Chantrei* Dep., *Trionyx* sp. (5). Ces espèces appartiennent à l'horizon récemment rapporté par M. Depéret à l'étage Pontique, correspondant au Miocène supérieur (6).

C'est en complète concordance avec ces observations que se présentent les nouveaux gisements trouvés par moi à Ambérieu en 1892. Ce qui fait le malheur des uns fait le bonheur des autres : ce sont les travaux de minage nécessités par les remplacements des vignes phylloxérées, qui ont mis à jour, dans le parc du château d'Ambérieu, appartenant à M. de Tricaud, une magnifique dent de *Dinotherium giganteum* qui a appelé mon attention sur ce gisement.

Cette dent est la dernière molaire supérieure gauche. Elle a perdu ses racines qui devaient être au nombre de trois. Mais la couronne, admirablement conservée, présente son ivoire teinté d'un gris clair

(1) Un mélange du même genre, mais entre fossiles marins de ces deux étages, a été signalé par M. Depéret (*B. S. G. F.*, 3e série, T. XXI, p. 239), dans plusieurs localités du Piémont.

(2) Falsan, op. cit. p. 23; Depéret, Recherches sur la succession des faunes des Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône, p. 57.

(3) Musée de Lyon. — Falsan, loc. cit.; Depéret, Recherches sur les Vertébrés miocènes, etc , p. 59; et *B. S. G. F.*, loc. cit., p. 210.

(4) Une dent, trouvée par un aubergiste de cette localité en entamant le coteau pour une construction, a été envoyée par lui à Paris au moment de l'Exposition universelle. D'autres ossements de grande taille ont été jetés, paraît-il, dans les déblais.

(5) On a pu voir cet été à l'*Exposition temporaire des actualités géologiques* au Muséum de Paris, les échantillons d'une coupe complète de ces terrains dans la colline de St-Denis-le-Chausson (Ain), en comparaison d'une coupe donnée par M. Falsan et Chantre (op. cit. t. I, p. 266-267) pour les environs de Miribel (Ain).

(6) Depéret, Classification et parallelisme du système miocène: *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXI, p. 233.

légèrement bleuâtre et plus foncé par places. Les crêtes de ses deux collines sont usées sur leur côté antérieur et offrent ainsi un biseau dont la largeur varie de 9mm au milieu de l'une d'elles à 2 cent. vers une des extrémités. La couleur de la partie entaillée est brun-jaunâtre ou noirâtre sur la ligne médiane. Cette ligne médiane porte plusieurs cavités très peu profondes, elliptiques ou allongées, qui semblent être des lacunes naturelles de l'ivoire ; l'une de ces lacunes, placée à l'extrémité la plus large, est arrondie vers le côté extérieur de la dent et se termine en pointe vers le côté intérieur ; elle a 1 cent. de largeur et 18mm de longueur ; sa profondeur peut être de 4mm environ. — Les deux collines sont munies, vers la moitié de leur hauteur, d'un contrefort latéral, dentelé à son bord libre, à dents obtuses et mamelonnées. Ces contreforts contournent presque complètement les faces libres des deux collines, mais sont surtout saillants sur les faces antérieure et postérieure de la dent. Le contrefort est simple et continu sur la face antérieure. Sur la face postérieure, au contraire, le contrefort s'efface presque vers le côté externe de la dent ; mais il y est doublé d'une seconde arête plus saillante, partant du sommet même de la crête vers son extrémité et descendant obliquement pour se rapprocher du contrefort principal jusqu'à une distance de 1 cent. environ, et marcher parallèlement à lui sur une longueur d'un centimètre et demi ; après quoi, elle s'efface. Cette arête laisse entre elle et la crête supérieure de la dent une cavité elliptique assez profonde, de sorte que, si son développement s'était quelque peu accentué, elle aurait facilement constitué une troisième colline parallèle aux deux premières, mais un peu moins haute qu'elles.

Voici les dimensions principales de cette dent qui appartenait à un individu de grande taille :

est cannelée en long par une série de méplats assez irréguliers variant de 8mm à 14mm de largeur.

J'ai recueilli aussi, sur le sol de la vigne, un assez grand nombre d'ossements de Vertébrés, dont plusieurs ont pu être déterminés par M. Gaudry, dont l'obligeance inépuisable n'est surpassée que par sa science si sûre et si profonde. Il y a reconnu immédiatement, encore mieux caractérisée qu'à Soblay, où il l'avait déjà signalée (1), la faune de Pikermi en Attique et du mont Léberon dans notre département de Vaucluse.

Voici la liste des espèces reconnues par lui :

Dinotherium giganteum Cuv.		Dernière molaire supérieure gauche.
—	—	Fragment de défense.
—	— ?	Fragment de côte.
Hipparion gracile Kaup.		Deux molaires et une incisive.
—	—	Six os grands métatarsiens ou métacarpiens, dont le plus long, à qui manque la seconde apophyse, mesure 15cm de long.
—	—	Os naviculaire du tarse.
—	— ?	Fragment d'une vertèbre (Axis), appartenant peut-être à un Cervidé.
Tragoceros amaltheus Roth et Wag.		Trois chevilles osseuses des cornes.
—	—	Un métatarsien.
Rhinoceros sp ?		Nombreux fragments de dents.
—		Portion supérieure de radius.
Hyœna sp ?		Canine.
Cervus de petite taille		Une dent et deux fragments.
Marte		Canine.
Testudo marmorum ?		Nombreux débris de carapace.

Une particularité remarquable, c'est que plusieurs de ces os portent des incisions fines, mais très nettes, que M. Gaudry attribue à la dent de rongeurs ; l'un surtout, un grand métatarsien d'hipparion, dont l'articulation présentait trois crêtes saillantes parallèles, a perdu complètement les deux crêtes latérales, et celle du milieu est fortement entamée. Les parties rongées portent manifestement la marque de cannelures parallèles provenant de plusieurs petites dents travaillant en même temps.

Ce gisement paraîtra relativement riche, si l'on songe que les recherches n'ont pu être faites qu'à la surface du sol, à la suite sans doute d'un minage ; mais ce minage avait atteint au plus un mètre

(1) Falsan, Etude sur la position stratigraphique des tufs de Meximieux, p. 24; Falsan et Chantre, Monographie des anciens glaciers... t. 2, p. 40.

de profondeur, et, au moment où les recherches ont été entreprises, la terre nivelée de nouveau et plantée de vignes n'était plus remuée par le hoyau que sur une épaisseur d'un pied environ. Tous les maîtres de la science à qui ces résultats ont été communiqués, ont été unanimes pour souhaiter vivement que des fouilles plus sérieuses puissent être faites en cet endroit.

Ce gisement n'est d'ailleurs pas absolument isolé. Pendant la saison de 1893, lors de l'ouverture d'un nouveau chemin d'Ambérieu aux Allymes, mon fils a trouvé, en mon absence, dans des argiles semblables à celles du clos de M. de Tricaud, une molaire d'un sanglier, plus petit que le *Sus major* P. Gervais, et trois fragments d'une même corne d'un petit cervidé, peut-être une *Gazelle*, fort élégamment cannelée et qui devait mesurer (un fragment manque au milieu) 9 centimètres de longueur avec une largeur maxima à la base de 19 mm.

Enfin j'ai rencontré moi-même, grâce à de patientes recherches, dans une vigne située au lieu dit *le plâtre*, dépendant du hameau de Vareilles, de nombreux fragments de carapace de tortue, une molaire d'*Hipparion gracile*, entière, une autre cassée en long et un os du métatarse (grand os) du même animal.

Tous ces documents tirés de restes de Vertébrés s'accordent parfaitement pour faire ranger les gisements dont il s'agit dans l'étage Pontique, caractérisé surtout, d'après M. Depéret, par l'abondance de l'*Hipparion* (1). Mais ce ne serait pas tout à fait le niveau des lignites de Soblay ; ceux-ci appartiennent à la partie inférieure de cet étage Pontique (2), tandis que le gisement d'Ambérieu se placerait à la partie moyenne, pour laquelle le même auteur donne comme tout à fait caractéristiques l'abondance des Antilopidés, notamment du *Tragocerus amaltheus* et la présence de la *Gazella*

vignerons eux-mêmes m'ont signalé ces endroits coquilliers comme particulièrement favorables à la recherche des Vertébrés. Malheureusement ce ne sont presque jamais que des débris. Néanmoins plusieurs sont déterminables. On peut y reconnaître sûrement l'*Helix Chaixi* Mich., var. *minor* Fontannes, le *Zonites Colonjoni* Mich., et quelques fragments de *Milne-Edwardsia Terveri* Mich., ou d'une espèce voisine non décrite.

Cette liste peut être complétée; car en sortant du parc de M. de Tricaud, à l'angle N.-E. de ce parc, on retrouve, au tournant du nouveau chemin des Allymes, sur une coupe de trois mètres environ, des argiles tout à fait pareilles à celles qui contiennent les débris de Vertébrés, et placées à peine quelques mètres plus haut que les premiers dont elles sont éloignées de 300 mètres environ. La faune y est plus riche, j'y ai recueilli, surtout à l'état de moules, mais avec des portions de test permettant de les déterminer, les espèces suivantes, dont les trois premières sont fort abondantes.

Zonites Colonjoni Mich.
Helix Chaixi Mich., v. *minor* Font.
Helix delphinensis Font.
Milne-Edwardsia Terveri Mich.
Clausilia Baudoni Mich.
— (2 autres espèces?).
Limnæa Bouilleti Mich.
Testacella Deshayesi Mich.
Pupa sp.
Planorbis Philippei Loc.
— *heriacensis* Font.

Dès 1872, les deux Planorbes et l'*Helix delphinensis* avaient été recueillis par moi 15 ou 20 mètres plus bas, dans un chemin qui descend directement vers Ambérieu, en longeant le clos de M. de Tricaud; une tranchée d'un mètre de profondeur faite pour l'adduction des eaux au centre de la commune avait mis à nu ces marnes fossilifères.

Enfin un gisement semblable au premier existe à un kilomètre environ au nord et à peu près à la même altitude de 290^{m}, au lavoir dépendant du hameau du Tiret et situé dans un vallon entre le village du Quart Cocard et celui de Chagnieu.

Tous ces Mollusques appartiennent au système pliocène. On pourra facilement s'en convaincre en consultant la liste des fossiles du *Plaisancien* ou *Pliocène inférieur*, donnée par Fontannes, dans ses *Etudes pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône*, tome 7, *terrains tertiaires de la région delphino-provençale*, p. 76, et la liste présentée par Locard dans ses *Recherches paléontologiques sur les dépôts tertiaires à Milne-Edwardsia et à Vivipara du Pliocène inférieur du département de l'Ain*, p. 149-150.

On se trouve donc en présence de coquilles pliocènes coexistant

dans le même gisement avec des Vertébrés miocènes. Faut-il en conclure qu'il y a réellement mélange des deux faunes en cette localité et que ces divers fossiles ont réellement vécu ensemble? Peut-être est-ce la solution la plus probable. Et elle n'aurait rien qui pût nous choquer; car si le remplacement d'une faune par une autre s'est fait par un procédé lent (évolution ou autre mode de développement, peu importe), il est tout naturel que nous trouvions, sur quelques points au moins, des êtres non encore disparus avec d'autres qui viennent de se montrer. On a d'ailleurs vu plus haut qu'il existe en Italie plusieurs exemples d'un pareil mélange entre le Miocène et le Pliocène, mais pour des fossiles marins. — Il convient pourtant de discuter la question d'un peu plus près.

D'abord, il y a lieu de remarquer que dans la liste des Mollusques il y a des espèces qui, tout en se continuant, même assez longtemps, dans le Pliocène, existent déjà dans le Miocène. Tel est d'abord l'*Helix delphinensis*, qui est même assez abondant pour caractériser une couche de l'étage Pontique inférieur, autrefois rangée dans le Tortonien (1). La variété *minor* de l'*Helix Chaixi* est indiquée par Fontannes, comme une forme miocène de cette espèce (2). Enfin, le *Planorbis heriacensis* appartient également aux listes des fossiles du Miocène supérieur (3). Si donc nous assistons, en cette localité, à la transition d'une faune à une autre, on peut dire que cette transition est habilement ménagée par la présence de trois espèces communes aux deux faunes.

Ensuite, il faut noter que ce caractère transitoire se manifeste encore plus nettement et sans sortir de l'ordre des Mollusques, dans un gisement tout à fait correspondant par ses Vertébrés à celui d'Ambérieu : c'est dans les marnes de la Croix-Rousse, à Lyon. D'après la dernière liste donnée par M. Depéret (4), nous

Unio Sayni (= *atavus*) (1). Cela semblerait indiquer que la succession des faunes est moins accentuée dans l'ordre des Mollusques à la Croix-Rousse qu'à Ambérieu, et cela assignerait aux dépôts de cette dernière localité un âge un peu plus récent.

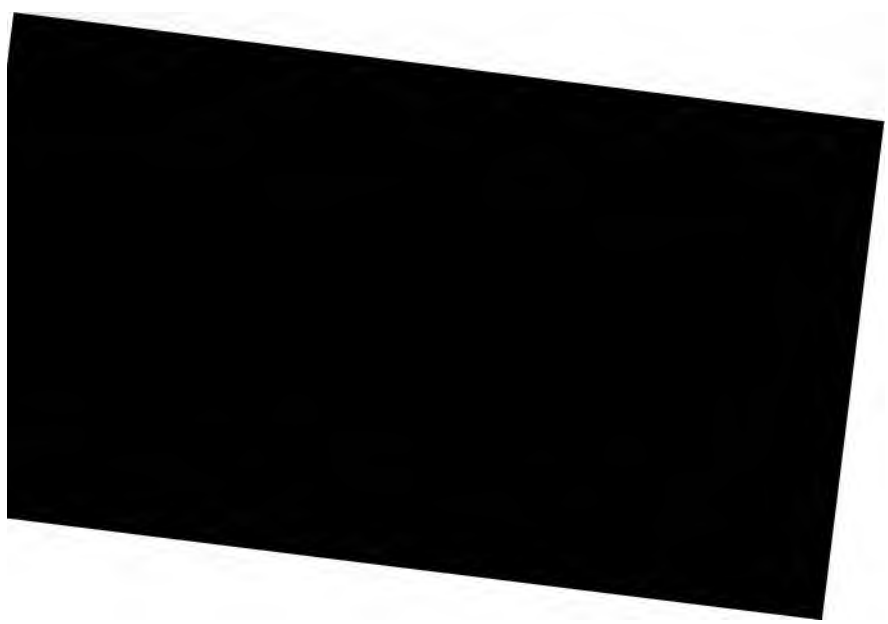
Une autre observation viendrait corroborer cette conjecture sur l'époque plus tardive de ces dépôts. Tandis que les autres portions de la bande miocène sont signalées par tous les auteurs comme fortement plissées au pied des escarpements jurassiques, les argiles d'Ambérieu, autant qu'on peut en juger, sont restées à peu près horizontales ou *plongent* légèrement, de 15° environ, vers les montagnes auxquelles elles s'adossent (2). Leur formation serait donc postérieure aux mouvements, peut-être contemporains du dernier soulèvement des Alpes, qui ont affecté les autres couches miocènes.

Enfin, pour ne rien omettre de ce qui peut éclairer cette question du mélange des faunes, il est nécessaire de signaler un indice, assez faible encore, qui pourrait, s'il était confirmé, supprimer complètement la difficulté en démontrant l'existence de deux formations successives. La plupart des restes de Vertébrés, notamment les grands métatarsiens d'*Hipparion*, les racines de la dent de *Dinotherium* et l'intérieur du fragment de défense présentent une couleur brun clair légèrement violacée et une consistance très dure qui leur donne, au choc, une sonorité presque égale à celle d'un fragment métallique. On ne voit pas où elles auraient puisé les éléments de ces caractères, parmi les argiles tendres, gris-clair ou légèrement jaunâtres, qui les recèlent. Au contraire, j'ai trouvé, mêlé aux os signalés, un galet à surface roulée et néanmoins très esquilleuse, présentant exactement la même couleur brun-violet et d'une consistance très dure. Cela paraît être un calcaire compact, teinté par un oxyde de fer. Il est tout fendillé et contient une grande quantité de petits nodules à peu près sphériques de calcaire blanc tendre et friable, paraissant avoir subi l'action dissolvante de l'air et de l'eau, au milieu de laquelle ils auraient été triturés avant d'être empâtés dans la roche plus dure. Ces nodules varient depuis les plus petites dimensions perceptibles à l'œil jusqu'à la grosseur d'un pois. Leur disparition ultérieure laisse une infinité de petits trous hémisphériques à la surface du galet. Cette roche paraît plus ancienne que les argiles qui la contiennent ; très probablement on pourrait en trouver d'autres échantillons, car c'est seulement vers la fin de mes recherches dans la localité que je me suis avisé que des fragments

(1) V. les listes citées plus haut.

(2) Cette allure sera étudiée dans une note ultérieure.

de ce genre pouvaient présenter quelque intérêt. On aperçoit tout de suite la conjecture qui se présente à l'esprit : les os recueillis étaient peut être englobés dans une roche de cette nature à laquelle ils auraient emprunté leur couleur et leur consistance, et cette roche miocène, restée en place ou amenée de plus loin, aurait été recouverte par les eaux pliocènes qui l'auraient enfouie dans leurs dépôts argileux, en amoncelant, peut-être par l'effet des remous causés par cet obstacle naturel, les coquilles qu'elles charriaient et qui, par cette raison, se trouveraient plus abondantes auprès des dépôts ossifères. On ne saurait certainement, sur une observation aussi isolée, affirmer l'exactitude de cette explication. Mais elle mériterait d'être éclaircie. Les vignerons que j'ai interrogés n'ont pu retrouver, dans leurs souvenirs, aucun indice qui lui soit favorable ou défavorable. C'est une raison de plus de souhaiter que des fouilles plus complètes puissent éclairer la question.



SUR LE GISEMENT ET LA SIGNIFICATION DES FOSSILES ALBIENS DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES,

par **M. STUART-MENTEATH** (1).

Notre confrère, M. A. Détroyat, m'a montré, il y a huit ans, un *Hamites rotundus* Sow., provenant des environs d'Urcuit. La coupe du terrain par M. Seunes écarte l'Albien, en classant dans l'Aptien inférieur le calcaire fossilifère de sa coupe (2). Ici comme ailleurs, l'auteur cité conclut au sous-étage en question d'après la présence de la *Rhynchonella lata* Sow., qui n'est pas un fossile, mais seulement l'*ancien nom* de la *Rhynchonella latissima* Sow. Si l'on vérifie les renvois aux textes de Davidson et Sowerby, cités dans la thèse de M. Seunes, on verra que la première espèce n'a jamais existé, et que la seconde est « une espèce essentiellement cénomanienne. » Il m'est donc impossible de comprendre comment M. Seunes a pu distinguer partout l'Albien au moyen de la *Rhynchonella latissima* et l'Albien inférieur au moyen d'un *ancien nom* de la même espèce.

Cependant, dans sa première note géologique, M. Seunes a critiqué les auteurs qui ont classé dans le Cénomanien les couches qui lui avaient fourni « partout » l'*Ammonites Deshayesi*, et il a plus tard affirmé l'absence de cette espèce et la présence d'une faune albienne dans ces mêmes couches. Il citait en outre la *Rhynchonella lata* (*latissima*) et la *Rhynchonella depressa* dans les calcaires où, plus tard, il a admis l'absence de l'une et de l'autre. Par l'introduction de failles hypothétiques, il avait d'abord isolé les couches en question ; ensuite, au moyen des fossiles cités, il les a classées d'abord dans le Néocomien, plus tard dans l'Albien et l'Aptien inférieur (3). Des colonnes de noms de fossiles qui n'indiquent que la présence du Crétacé sont donc l'appui de ses découvertes de sous-étages, et des critiques fondées sur cette base. La présence de l'Albien au-dessous du calcaire cénomanien d'Urcuit reste aussi

(1) Communication faite dans la séance du 19 juin 1893 ; manuscrit remis le 10 juillet 1893 ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat, le 11 janvier 1894.

(2) Thèse de M. Seunes, *Annales des Mines*, 1890, p. 45 et p. 152.

(3) *B. S. G. F.*, 3e série, t. XV, p. 732. — Thèse, loc. cit.

probable qu'auparavant, et l'*Hamites rotundus* Sow. serait ici à sa place naturelle (1).

M. Gorceix, expert en matière de cartographie, a déjà montré que les anticlinaux des environs d'Urcuit sont alignés dans une direction différente de celle dessinée par M. Seunes sur sa carte, et que, loin de suivre au S.-E. une inflexion à angle droit à Urcuit, le Danien se retrouve au N.-O. de l'autre côté de l'Adour. La théorie des gîtes salifères de Bayonne et des Pyrénées, qui a été énoncée par M. Seunes, est fondée sur l'alignement des sondages, qui sont, comme d'habitude en matière de recherches industrielles, disposés directement *en travers* de l'alignement des gîtes. Les bandes de marnes rouges salifères, loin de suivre les anticlinaux indiqués par M. Seunes, *coupent nettement en travers* les synclinaux comme les anticlinaux du pays, étant subordonnées à la bande d'ophite, de sept kilomètres de longueur et dirigée N.-O., que j'ai signalée en 1887, dans un examen minutieux des faits acquis (*B. S. G. F.*, T. XVI, p. 32). M. Macpherson a depuis longtemps prouvé, par des observations détaillées et sans réplique, l'absence du Trias à Caseville, dans une note : « *Sur la possibilité de la production d'un terrain apparemment triasique avec les matériaux du Crétacé.* » (*Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. VIII). M. Seunes « regrette » que j'aie « cru devoir rappeler » les recherches chimiques de M. Jacquot, qui ont donné les mêmes résultats que l'examen microscopique par M. Macpherson.

M. Gorceix, qui a indépendamment constaté les mêmes relations (2), a trouvé, à côté de l'ophite de Villefranche (Bayonne), dans les marnes imprégnées de gypse et en partie transformées en glaises bariolées semblables aux glaises que j'ai pu étudier dans le fond des exploitations de sel, des fossiles du Crétacé inférieur que j'ai pu déterminer comme suit :

Ma note de 1887 ayant prouvé que les glaises, subordonnées aux ophites, coupent indifféremment en travers les roches éocènes, crétacées supérieures et crétacées inférieures, M. Seunes a contesté mes observations et fondé une théorie contraire sur des dessins de failles et bandes de Trias dont mes observations détaillées sur le terrain attestent très nettement l'absence. Il est à peine utile d'insister sur l'importance pratique de la reconnaissance de la direction véritable des gîtes de sel ; en effet, les exploitants qui suivraient dans leurs travaux une fausse direction risqueraient de sortir de la masse de sel gemme et d'amener l'inondation de leurs galeries.

Pour en revenir à l'Albien, la meilleure faune de cet étage que j'aie encore trouvée dans les Pyrénées occidentales est située dans des couches que j'ai classées comme inférieures au Cénomanien et distinctes de cette formation. M. Seunes ayant, en remaniant mes coupes, classé ces couches dans le Cénomanien, il est essentiel d'examiner en détail la *première* des trente-six coupes de sa thèse, afin d'expliquer pourquoi la meilleure faune de l'Albien se trouve dans ce qu'il a classé comme Cénomanien.

La coupe fig. I de la Thèse de M. Seunes est une reproduction schématique des coupes fig. 1 et fig. 6, de ma première description du pays (1). J'examinerai successivement les modifications qui ont rendu les faits méconnaissables et introduit, dès le début de son travail, une classification qui est en contradiction avec les faits d'observation, et qui a nécessité partout l'introduction de failles hypothétiques.

(A) Il a complété ma coupe jusqu'à l'Océan en y ajoutant vers le N.-O. quelques lignes théoriques. S'il avait étendu son étude jusqu'aux roches d'Hendaye, il aurait reconnu que son Danien de Bidart fait suite au flysch de cette localité et qu'il est très régulièrement *recouvert* par 400 mètres de flysch. Afin de ne pas donner une idée incomplète de la structure typique de la côte, j'avais arrêté ma coupe à Béhobie. M. Seunes y a ajouté des lignes qui font supposer qu'il a constaté l'absence de ce que j'avais signalé,

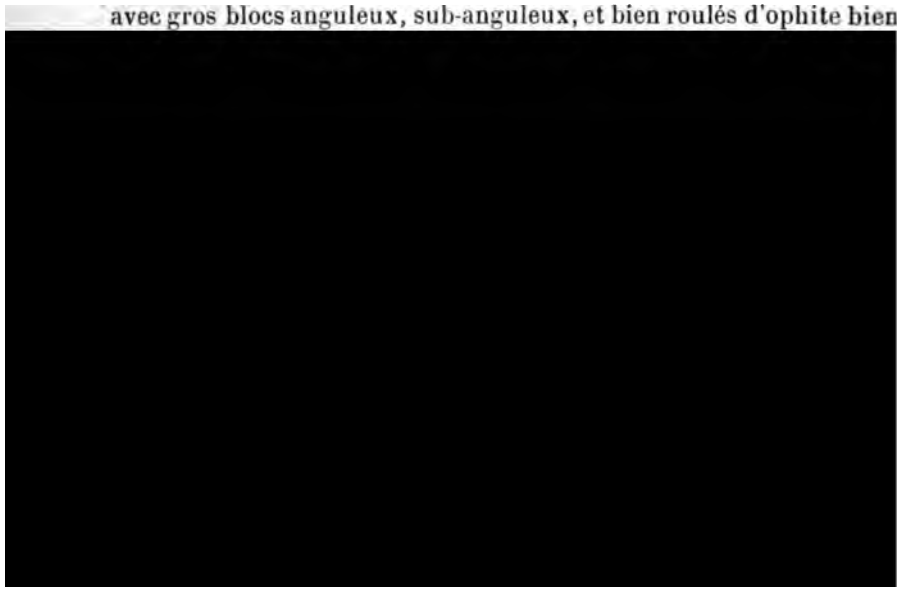
(1) Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa, et du Labourd, *B. S. G. F.*, 3e série, T. IX, p. 303. — Cette note, seule description spéciale du pays dont M. Seunes avait entrepris l'étude, a toujours été citée par lui comme un travail « Sur les Pyrénées, etc. » à côté des titres complets de cent notes concernant d'autres régions. D'après la recommandation de M. Hébert, cette note devait « servir de point de départ pour une thèse sur la région comprise entre l'Océan et la Nive, » et j'ai, par suite, communiqué à M. Seunes mes observations supplémentaires faites depuis 1881 sur les régions environnantes.

concernant les relations d'une formation qu'il prétend classer au moyen de quelques Foraminifères.

(B) Il a classé dans le flysch tout ce que j'avais classé, dans la coupe qui nous occupe, dans le Cénomanien incontestable, désigné par les lettres *cn*, et comme indéterminé mais *probablement* Cénomanien, désigné par la lettre *B*. Ces désignations et différences, pleinement justifiées par mes recherches, sont supprimées par suite de la découverte d'Orbitolines que j'avais depuis longtemps signalées dans les *cailloux roulés* du flysch et dans les couches cénomaniennes que j'avais distinguées sur divers points de sa base. Ces Orbitolines, qui lui font affirmer que le flysch est caractérisé par *Orbitolina concava*, *O. conoidea*, et *O. discoidea*, sont la base unique de la réforme, introduite par lui et résultant, à mon avis, d'une simple confusion d'espèces et d'une appréciation inexacte de la valeur du genre cité.

J'ai cité l'*Orbitolina conoidea* Gras comme rare dans la région, et l'on sait que *l'Orbitolina concava* Lmk forme des couches à Orbitolines même dans le Turonien et le Sénonien de la Bavière. Les échantillons bien caractérisés de cette dernière espèce cités par M. Seunes, proviennent de localités que j'avais depuis longtemps classées dans le Cénomanien des Pyrénées et qui ne peuvent servir comme échantillons de ce que je comprends dans le flysch.

(C) Ayant réuni au flysch mon Cénomanien incontestable, en dépit de la grande masse de poudingues située entre ces deux formations, il s'ensuit que M. Seunes cherche le moyen de disposer également des couches que j'ai décrites comme suit : — « Après plus de 150 mètres cachés, on trouve 60 mètres de poudingue à base de schiste, avec gros blocs anguleux, sub-anguleux, et bien roulés d'ophite bien



classique à *Caprina adversa*, de Sare, à ma description minutieuse de la vraie succession, M. Seunes a opposé une coupe dans laquelle il a confondu ensemble et classé *dans le Cénomanien* les *couches indéterminées* que j'avais signalées, et il a introduit une faille entre le calcaire à *Caprina* et le flysch, tandis que j'avais constaté l'absence d'une faille et la présence d'un passage insensible, au moyen d'intercalations de poudingue entre ces deux formations. Sa théorie du flysch s'appuyant sur de telles hypothèses, je crois nécessaire de rétablir les faits fondamentaux de la structure et de la classification de ces roches (1).

Les parties marneuses des couches en question à Biriatou, plaquées sur le Trias et concordantes avec le Cénomanien, mais distinctes, selon les observations que M. Seunes a contredites, m'ont fourni dans le plan de la coupe, *Ammonites Mayorianus* d'Orb., et *Plicatula radiola* Lmk. En traçant, sur une carte au 20,000me, le prolongement des couches de la coupe, j'ai trouvé, à six kilomètres à l'O.S.O., dans la partie de l'Espagne qui est séparée par une frontière *purement politique*, et précisément sur le même horizon et dans la même situation stratigraphique, la faune suivante, qui est évidemment la plus caractéristique de l'Albien qui ait encore été trouvée dans les Pyrénées :

Helicoceras cf. *Thurmanni* Pict. et Camp.
Ammonites inflatus Sow.
» *Dupinianus* d'Orb.
» *Mayorianus* d'Orb.
» *Velledæ* Mich.
» *Dutempleanus* d'Orb.
» *Agassizianus* Pict.
Turrilites Hugardianus d'Orb.
» *tuberculatus* Bosc.
» *intermedius* Pict. et Camp.
» *Escherianus* Pict.
» *Mayorianus* d'Orb.
Belemnites minimus Lister.
Pterocera bicarinata d'Orb.
Dentalium decussatum Sow.
Discoidea cf. *conica* Desor.
Natica Ervyna d'Orb.

(1) Voir ma description de 1881, loc. cit. p. 319; et SEUNES, Thèse, 1890, p. 169.

Rostellaria cf. *Robinaldinus* d'Orb.
Lima.
Turbo (1) (2).

La présence de l'*Ammonites inflatus*, qui, d'après M. Choffat, caractérise la base de ses « couches de position douteuse » justifie l'observation que la même réserve que j'ai gardée en 1881 concernant ces couches des Pyrénées est employée par un géologue des plus sérieux en face du même problème en Portugal. Les jugements de M. Seunes sur ces deux cas me paraissent aussi arbitraires que contradictoires ; il est en opposition avec M. Barrois sur ce point, et il a également dans la coupe de Biriatou contredit tout ce qui regarde les griottes des Pyrénées, qu'il a d'ailleurs classés vers la base du Dévonien dans la vallée d'Ossau, en annonçant à l'Académie des Sciences une nouvelle classification du Dévonien. Cette classification, fondée sur un fossile, est en contradiction avec toute la stratification mise en lumière par M. Œhlert et par moi (*C. R. Ac. Sc.* 9 février 1891) (3).

(D) De même, le reste de la coupe de Biriatou représentée par M. Seunes est absolument et nettement le contraire de ce que j'ai dessiné et fait connaître. Le Trias (ou Permien) qui est très clairement stratifié, en alternances de grès jaunâtres et d'argilites rouges qui, dans la région environnante, reposent en concordance sur le Carbonifère, est représenté par M. Seunes comme très nettement en discordance sur ce Carbonifère, lequel est désigné comme *Précambrien* dans sa coupe. Il ne donne d'ailleurs aucun motif à l'appui de cette attribution, en désaccord absolu avec les résultats de mes études détaillées sur le Paléozoïque de tout le voisinage.

Il est donc essentiel de faire remarquer que, dans la coupe de Biriatou, le Carbonifère, qui fait suite au Grès rouge des Pyrénées, est composé de phtanites et lentilles d'anthracite, sur lesquelles on m'a même demandé un avis au point de vue industriel, sur le plan de cette même coupe. Ces phtanites sont régulièrement suivies par les *griottes* caractéristiques qui, dans toute la région environnante, sont placées entre le Carbonifère et le Dévonien fossilifère. Dans ces griottes, j'ai signalé, en 1881, des « traces de Céphalopodes » à Biriatou. Tout cela est classé comme Précambrien par M. Seunes, contrairement à mes observations, confirmées d'abord par M. Mallada, ensuite par M. A. de Yarza, dans les études détaillées qui ont servi à établir les cartes géologiques de cette partie de l'Espagne.

(E) Afin de rendre justice à M. Seunes, il convient de remarquer qu'il est possible que ses hypothèses sur le granite des Pyrénées occidentales lui aient fait considérer comme erroné ce que j'ai dit sur le *Paléozoïque*.

Il a annoncé que le granite de Pouzac a traversé des schistes crétacés « à *Orbitolina concava*, *O. discoidea*, *O. conoidea* » qu'il » a pu suivre depuis l'Océan jusqu'à la vallée de Bagnères-de-Bigorre. » Cela est dit dans le Bulletin, t. XVII, page 320, peu après la publication d'une note dans laquelle j'ai précisément décrit, depuis l'Océan jusqu'à Bagnères, les relations de ces mêmes schistes. Cette conclusion a été ensuite abandonnée dans la séance du 5 Mai 1890, où M. Seunes a annoncé, à la suite d'une note de M. Frossard, que le granite est situé dans une « série ancienne » et séparé du Crétacé par « une cassure transversale », qui suit le fond inconnu de la vallée de Bagnères. Il m'est impossible de discuter des hypothèses aussi contradictoires entre elles.

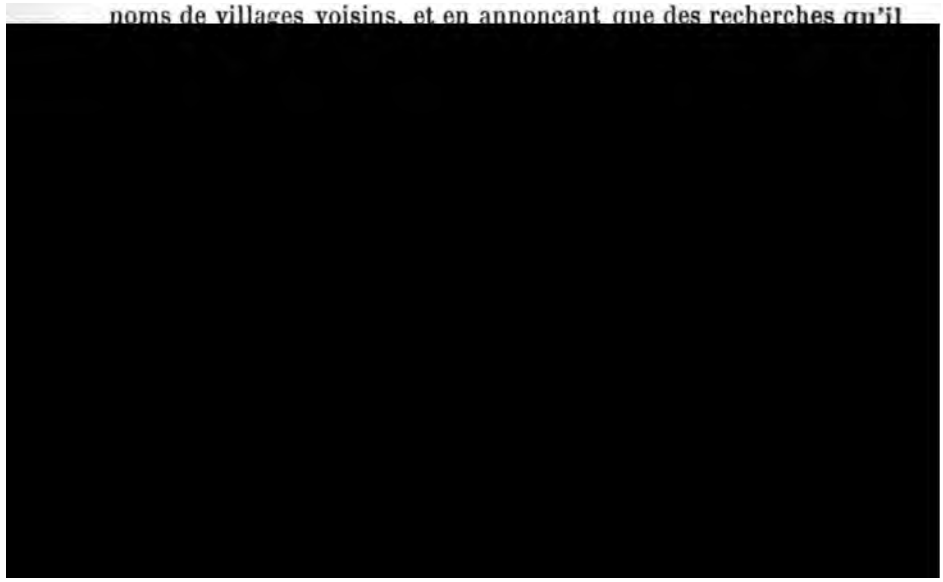
Après ce que je viens de dire de la *première* coupe de la thèse de M. Seunes, il me paraît superflu d'examiner les 35 coupes suivantes du même travail.

J'ajoute seulement, en ce qui concerne la découverte du Lias dans la région, que j'avais constaté la présence de cet étage à la suite d'une longue et minutieuse exploration, dont j'ai fait connaître le détail à M. Seunes lorsqu'il est venu dans le pays. Je m'étonne qu'ayant reproduit les noms de dix espèces du Toarcien imprimées dans mes notes, il se soit abstenu de rien dire de ce que je lui avais communiqué sur le terrain, et qu'il affirme que: « c'est la première fois que cette faune est signalée dans les Pyrénées; » il prétend que j'ai seulement « signalé des fossiles *liasiens*, » et il prétend chercher dans l'Ariège l'*Ammonites radians*, à 200 kilomè-

tres de la bande où je l'ai signalée dans ma note de 1887 (p. 45)(1). Dans sa dernière note (*B. S. G. F.*, T. XIX, p. 832 et 833), M. Seunes, en présence de ces faits, affirme que le prolongement de la bande de Sare à Hernani, dont j'ai spécialement mis en lumière la continuité au moyen d'une série de coupes juxtaposées (et reprises dans ma note de 1887), est situé sur le « versant espagnol. » Comme si la frontière *purement politique* située entre Béhobie et Hernani, était le faîte des Pyrénées : c'est ainsi qu'il peut conclure en disant : « Je n'ai, jusqu'à présent, *rien à changer aux observations que j'ai pu émettre sur les travaux de mes devanciers, ni aux conclusions que j'ai pu formuler.* » En présence de ces paroles, ainsi soulignées par M. Seunes, j'ai le droit d'examiner quelques-unes de ses observations.

A droite et à gauche de la coupe de Biriatou j'avais spécialement mis en lumière la continuité des relations stratigraphiques et paléontologiques. M. Seunes, traitant toute la région à droite comme « versant espagnol », prétend que les fossiles de l'Ariège, à 200 kilomètres, sont plus instructifs que ceux que j'ai ramassés ici, et laisse de côté, par la considération d'une frontière purement politique, tout ce que j'ai écrit sur ce terrain. Il reproduit les noms de mes fossiles du Toarcien, Bajocien et Callovien, en disant que c'est la *première fois* que ces étages sont signalés dans les Pyrénées.

Quant aux riches gisements des espèces que j'ai citées sur le territoire français dans le Jurassique de St-Jean-Pied-de-Port que j'ai laborieusement distingué et représenté avant 1888, dans mes notes et dans deux cartes géologiques, et sur lesquelles j'ai donné à M. Seunes tous les détails supplémentaires qu'il m'a demandés, il les a signalés comme découvertes originales en 1890, sous les noms de villages voisins, et en annonçant que des recherches qu'il



précitée à *Ammonites inflatus* Sow. Précisément comme au nord de Sare, on trouve, au-dessous de cette série clastique, des schistes, souvent métamorphisés, mais dans lesquels j'ai signalé des faunes du Jurassique, ainsi que le Crétacé inférieur. Les relations détaillées, incompatibles avec les failles et les hypothèses de M. Seunes, ressortiront des cartes définitives que je prépare depuis 1881.

Quant au « versant espagnol » véritable, on peut l'étudier utilement à Alsasua, où il présente non-seulement l'analogie instructive contestée par M. Seunes, mais encore la démonstration concluante de tout ce que j'ai dit concernant l'âge du flysch, établi dans mes notes à la suite de l'exploration pénible des régions les moins connues des Pyrénées, depuis l'Océan jusqu'à la Méditerranée. A Alsasua, immédiatement au-dessous des « marnes à Micraster » sérieusement étudiées par M. Carez, et qui représentent le Sénonien et parfois le Turonien, j'ai pu distinguer 15 mètres de calcaire cénomanien caractéristique, à Polypiers de cet étage et à *Rhynchonella Lamarckiana* d'Orb. Cela repose sur 50 mètres de grès à Orbitolines, suivis par des marnes gréseuses noires qui m'ont fourni les espèces suivantes : (1)

Astarte gurgitis Pictet et Roux.
Cardium neckerianum P. et R.
Cardium Cottaldinum d'Orb.
Cardium cf. *peregrinum* d'Orb.
Panopea gurgitis d'Orb.
Trigonia Archiaciana d'Orb.
Terebratula albensis Leym.
Kingena lima Defrance.
Rhynchonella sulcata d'Orb.
Rhynchonella plicatilis Sow.
Inoceramus concentricus Park.
Orbitolina discoidea Gras.
Avellana sp.

Cette faune est surtout caractérisée par l'abondance des Brachiopodes. Elle paraît représenter le Gault à sa place normale.

De l'autre côté de la coupe de Biriatou, nous tombons au milieu des failles et des hypothèses contradictoires introduites par M. Seunes et qu'il est essentiel de liquider avant d'aller plus loin.

(1) J'ai déterminé les espèces citées dans cette note au laboratoire de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. Munier-Chalmas, qui, tout en facilitant très obligeamment mes études, n'a encouru aucune responsabilité dans mes déterminations.

J'ai signalé ici en 1886 le caractère corallien et l'âge cénomanien des calcaires crétacés. Ayant expliqué cela sur place à M. Seunes, il les a classés dans l'Aptien inférieur, au moyen de failles hypothétiques et de fossiles de peu de valeur, à mon sens. Gardant le silence en ce qui regarde mon concours sur le terrain, il semble n'avoir rien su en dehors de ma note de 1881. Dans sa thèse (page 21) il réfute l'opinion, qu'il représente comme la mienne, que la falaise au sud d'Ihins est Jurassique. Non seulement je lui avais expliqué sur place que cette falaise est crétacée, non seulement je lui ai envoyé, en réponse à des lettres subséquentes, les Orbitolines qu'il a citées comme preuve qu'elle est crétacée, mais dans ma note de novembre 1887, j'avais dit (page 46, ligne 98) : « Toute la falaise au sud d'Ihins est crétacée. » Quant aux fossiles du Corallien déterminés par MM. Hébert et Munier-Chalmas et provenant du gîte situé à Ihins même, je ne pouvais raisonnablement les représenter comme crétacés. Il y avait là un problème curieux qui s'était déjà présenté en d'autres pays. M. Seunes n'a pas hésité à les classer dans l'Aptien, et pour lui, il n'y a rien à Ihins que « de grosses Térébratules rappelant *Terebratula Moutoniana* d'Orb. »

En présence de cette attribution, j'ai soumis à M. Munier-Chalmas une nouvelle collection de Brachiopodes d'Ihins. Il n'y a rien trouvé qui rappelât *Terebratula Moutoniana* d'Orb., il a reconnu une espèce très voisine de *Terebratula Tychariensis* Suess, du Tithonique de Stramberg, et il a trouvé que toute la faune ne ressemble pas à autre chose qu'à ce qui est signalé dans la note critiquée par M. Seunes; il a eu l'obligeance de me fournir la note suivante avec permission de la publier :

« Les Brachiopodes du calcaire d'Ihins méritent d'être recueillis » avec le plus grand soin, afin de pouvoir en faire la monographie

donnée dans ma note de 1866, j'avais dit, comme je l'ai dit sur place à M. Seunes, que ces massifs coralliens se trouvent dans le Cénomanien. Je m'étonne donc que M. Seunes ait dit six fois dans sa Thèse que je les ai classés dans le Corallien jurassique.

Il a également répété que j'ai classé *dans le Lias* les couches situées à la base de mon Cénomanien des collines d'*Ascain*, sur lesquelles couches j'avais déclaré « suspendre toute conclusion, » en motivant mes raisons pour ne pas les confondre avec le Lias, et cependant je lui avais soigneusement expliqué cela sur mes cartes détaillées (1).

Pour le moment, je dirai seulement que les neuf dixièmes de ce qui est classé par M. Seunes dans l'Albien sur les collines d'Ascain et Sare est postérieur à cet étage, et que les couches sur lesquelles j'ai toujours *suspendu toute conclusion*, et qu'il a classées tantôt dans le Néocomien, tantôt dans le Gault, sont du même âge que la zone à *Ammonites inflatus* des couches de Biriatou que j'avais également séparée comme Crétacé indéterminé et au-dessous du Cénomanien reconnaissable.

Je poursuivrai maintenant l'état de la question de l'Albien à Orthez, Rebenacq, etc., à l'est de la feuille de Bayonne, qui nécessite actuellement des explications minutieuses appuyées de plans détaillés.

Hébert avait distingué à Orthez un calcaire urgonien, à la base des marnes aptiennes superposées et parfaitement caractérisées par les fossiles publiés par Hébert et M. de Bouillé (2), et au-dessus de ces dernières marnes, des couches qui, selon Hébert, « *restent* à classer » (3).

J'avais pour ma part classé la série crétacée de Rebenacq à la vallée d'Ossau en calcaire inférieur à *Orbitolina conoidea* Gras, marnes inférieures à *Ammonites Dufrenoyi* d'Orb., calcaire supérieur du Pic de Rebenacq, et marnes supérieures contenant *à leur base Ammonites* cf. *milletianus* d'Orb. (4). J'avais signalé ensuite la présence de la même succession, depuis Bagnères jusqu'auprès de St-Jean-Pied-de-Port, et en outre « autour de Ste-Suzanne, près d'Orthez. »

Lorsque M. Seunes est venu dans le pays, je lui ai montré mes

(1) Dans ma note de 1881, j'avais cru utile d'insister sur le danger de confondre avec le Lias, ces couches côtières à cailloux d'ophite, car je maintenais l'âge crétacé et tertiaire de l'ophite (*B. S. G. F.*, 3e série, T. IX, p. 317 et 330).

(2) *Bul. Soc. des Sciences, Lettres et Arts*, de Pau, 1875.

(3) *B. S. G. F.*, 2me série, T. XXIV, p. 328, ligne 29.

(4) *B. S. G. F.*, 3e série, T. XVI, p. 41.

coupes de ces régions et je lui ai conseillé de chercher des fossiles de l'Albien dans les couches qui « restent à classer » au-dessus de l'Aptien de M. Hébert, à propos duquel je lui avais montré les listes de fossiles de M. de Bouillé.

Il a écrit d'abord que le calcaire (Urgonien de Hébert) de la *base* de la série est « *connu jusqu'à ce jour sous le nom de Calcaire à Caprina adversa de Sainte-Suzanne*, » et il a classé *toute* la série dans le Néocomien (1). Quelques mois plus tard, en présence de ma note du 7 novembre 1887, il est revenu sur la question, et a annoncé dans une note du 18 juin 1888 (2) « la découverte d'un gisement albien intercalé dans des marnes noires que les auteurs ont placées dans l'Urgonien ou l'Urgo-Aptien. » Cette découverte de fossiles albiens sur le même horizon où j'avais déjà signalé des fossiles de cet étage est faite au *sommet* de toute la série dont le prétendu « calcaire à *Caprina adversa* des auteurs» forme la *base*. D'ailleurs, ni Leymerie, ni Hébert, ni moi n'avions classé la base de cette série dans le Cénomanien ni son sommet dans l'Urgonien ou Urgo-Aptien. Au contraire, les couches que M. Seunes s'était décidé à citer comme albiennes sont classées par Leymerie dans un *faciès mixte* à «*nuance albienne*», par Hébert comme couches *au-dessus* de l'Aptien et qui « restent à classer, » et par moi comme situées sur le même horizon que mes marnes supérieures à *Ammonites* cf. *milletianus* de Rebenacq, *au-dessus* du calcaire de Rebenacq et de Baure, qui est lui-même au-dessus de mes marnes à *Ammonites Dufrenoyi*.

Afin d'établir, à Orthez, que le calcaire « connu jusqu'à ce jour sous le nom de *Calcaire à Caprina adversa de Sainte-Suzanne* » est Néocomien, M. Seunes a donné dans sa note du 7 novembre 1887 une description des couches d'Orthez. Plus tard, classant ce même calcaire comme Albien, il a, dans sa Thèse, admis d'abord que toute

leur est nettement inférieur, et qui, à Baigts, forme l'extrémité N.-O. du bombement anticlinal des couches de Sainte-Suzanne. Divisant ensuite par trois lignes hypothétiques ce demi-dôme du calcaire de Baigts, qui est relevé et dévié à l'ouest par la faille remarquable en question, et par suite se trouve sur la prolongation en ligne droite des marnes qui sont nettement séparées de lui par leur stratification et en outre par la faille, il a supposé que ce calcaire de Baigts présente une série en superposition, et il a présenté trois sous-étages attribuant à chacun une faune spéciale, choisie au milieu de l'ensemble des fossiles de ce calcaire. Dans toutes ses coupes d'Orthez, il représente les calcaires avec un filet de lignes en sens contraires, admettant qu'il ne connaît pas leur stratification.

Il a pu ainsi présenter à M. Douvillé trois faunes qui, selon lui, représentent trois niveaux de l'Albien. M. Douvillé a trouvé des particularités de la lame myophorique des Rudistes, qui auront sans doute une application lorsqu'on aura déterminé l'âge des couches. Jusqu'à la date des recherches de M. Seunes, aucun fossile de l'Albien n'a été trouvé dans ce calcaire de Baigts et de Baure. Au contraire, les fossiles étant ceux du Cénomanien classique de Portugalete, M. Seunes veut réformer et classer dans l'Albien le fameux gisement déterminé par de Verneuil. M. Mallada, le savant paléontologiste et géologue de la Commission de la Carte géologique d'Espagne, ayant eu connaissance de cette réforme, a refait avec M. de Yarza l'étude du gisement de Portugalete, en lui ajoutant neuf espèces du Cénomanien, et une espèce du Turonien, sans trouver aucune trace du Gault (1).

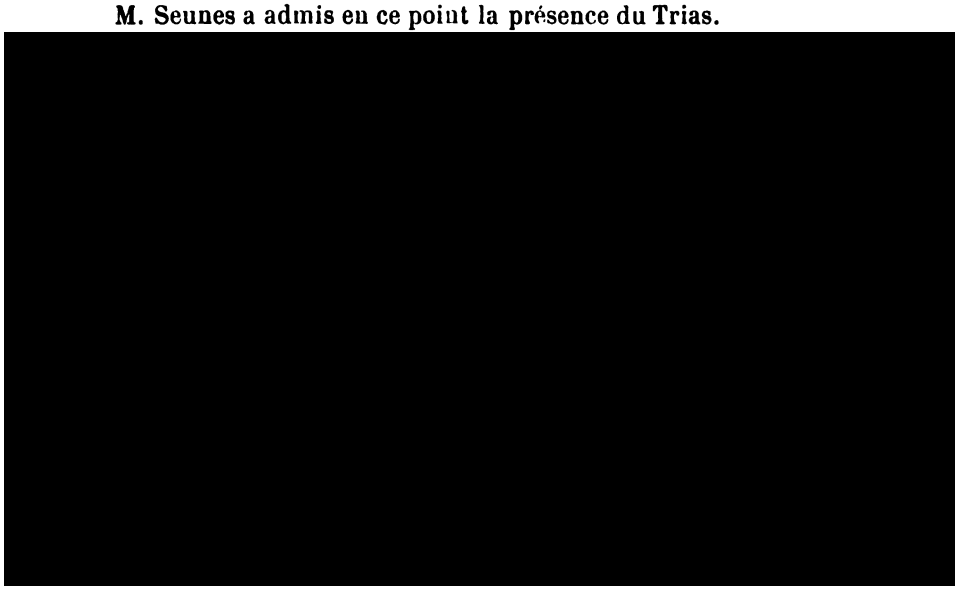
Ayant classé le calcaire de Baigts dans l'Albien, avec sa faune cénomanienne, et en dépit de l'absence de toute espèce albienne dans ce calcaire, M. Seunes a dû admettre l'existence, à l'ouest de Sainte-Suzanne, d'un Cénomanien invisible qui serait logé dans le flysch qui recouvre les couches fossilifères. Pour cela, il désigne le flysch comme « flysch à Orbitolines, » apparemment parce qu'il a noté dans ce flysch à Berenx « des bancs de conglomérat composé d'éléments calcaires à Orbitolines. » Il suppose que ce flysch est le prolongement du calcaire cénomanien qu'il admet à Biron et sous la ville d'Orthez. Or, vers Biron, un synclinal en fond de bateau fait suite à l'anticlinal de Sainte-Suzanne, et M. Seunes ne dit pas un mot du fait que ce synclinal présente, au-dessus du Cénomanien de Biron, la même succession de marnes analogues à celles de Salles Magiscard, avec le flysch au-dessus de ces marnes, précisément

(1) *Boll. Com. Mapa Geol. Espana,* A. de Yarza, Vizcaya, 1892.

comme de l'autre côté de sa carte. Au contraire, il implique, et laisse croire que le Cénomanien de Biron *remplace* le flysch sur l'est de sa carte. Au moulin de Ribaux, il a déplacé la véritable situation du flysch, qui se présente en réalité sur le prolongement de son Danien; et au pont de Berenx, le flysch s'étend à plus d'un kilomètre à l'est du point qu'il prend comme sa limite; il s'étend le long de la faille E. O., et s'interpose entre les marnes de Salles Magiscard et les trois quarts du calcaire de Baigts qu'il a représenté comme la continuation de ses marnes. Ces détails théoriques de sa carte sont faciles à reconnaître sur place.

Quant aux Orbitolines trouvées *dans les conglomérats* du flysch à Berenx, elles existent habituellement dans les éléments calcaires des conglomérats qui abondent à tous les niveaux de cette formation. Je les ai signalées en 1887 à Ciboure, et je les ai trouvées partout, notamment à Bassussary et près d'Irun. Ces Orbitolines des cailloux roulés des conglomérats sont habituellement dérivées du Crétacé inférieur. C'est ce qui a fait dire à M. Seunes que l'*Orbitolina conoidea* Gras se trouve dans le flysch. L'*Orbitolina concava* Lmk existe à la base du flysch, où je l'ai signalée en 1881, mais j'avais déjà classé cette base dans le Crétacé inférieur, notamment dans la carte de MM. Carez et Vasseur, publiée avant la visite de M. Seunes.

A Orthez, la stratigraphie paraît, sur la carte de M. Seunes, subordonnée à une ligne rouge tirée depuis Dax jusqu'à Lasseube, et dont la justification est une source hydrosulfurée sortant près St-Boes dans le flysch caractéristique. Cette source ayant nécessairement, dans le cours des siècles, développé quelques minces filets de gypse dans les bandes calcaires dont elle est entourée, et le flysch étant caractérisé partout par des parties rougeâtres et plissées, M. Seunes a admis en ce point la présence du Trias.



conglomérat identique existent à divers niveaux dans cette grande épaisseur de marnes et grès, et sont surtout abondants vers sa base, là où il passe *insensiblement* au calcaire en question. A Tardets, comme au-dessus de Gotein, on peut voir que ces conglomérats abondent en éléments calcaires, qui contiennent des fossiles, et qui sont habituellement plus ou moins corrodés sur place (par les eaux qui suivent toujours de préférence les conglomérats) de manière à laisser entre la pâte du conglomérat et ce qui reste du caillou corrodé, un vide qui a admirablement conservé les fossiles laissés en saillie sur ce qui reste de caillou calcaire.

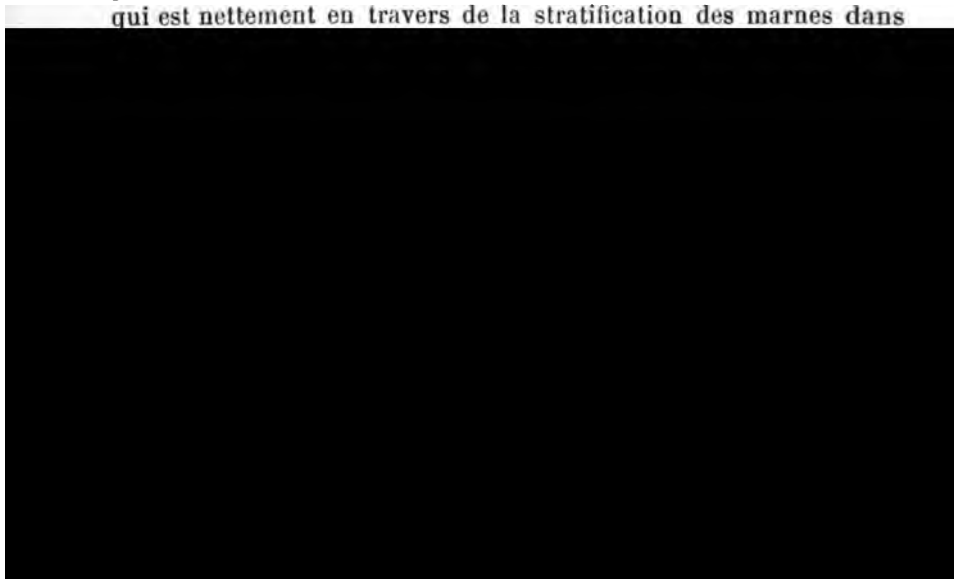
Au-dessus de Gotein, cette corrosion a été activée par la situation exposée du conglomérat et a même donné lieu a un certain bouleversement local de la stratification; des éléments calcaires ont entièrement disparu, laissant leurs fossiles spathiques enfouis dans un simple résidu de terre, mais la plupart ont conservé des restes informes de cailloux calcaires, sur lesquels restes informes de cailloux calcaires corrodés, et jamais sur aucun autre élément, les *Ostrea carinata* ne sont pas « fixés » mais sont *restés en saillie*. C'est là ce qui a occasionné la méprise de M. Seunes, d'après laquelle le Cénomanien serait localisé dans le flysch. Si, comme il le prétend, le Cénomanien était ainsi localisé à cet horizon, il faudrait admettre que les poudingues semblables à 400 mètres plus bas, sont également cénomaniens, et à plus forte raison, que son calcaire albien, dont ces conglomérats ont obtenu leurs éléments roulés à fossiles, est encore cénomanien.

Le calcaire qui a fourni les cailloux roulés des conglomérats de Gotein et Tardets est un des constituants les plus remarquables des Pyrénées, depuis la vallée d'Aspe jusqu'à Saint-Jean-Pied-de-Port. Au sud de Tardets, il est pétri d'*Ostrea carinata* Lmk, à la chapelle Saint-Joseph, derrière Larrau. Il occupe avec les marnes et calcaires du Turonien et Sénonien qui lui sont superposées, la région colorée comme cambrienne dans la dernière Carte Géologique de France, depuis les Eaux-Bonnes jusqu'au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port. La coupe des Pyrénées, soit par Saint-Eugrace, soit par Larrau, soit par la Forêt d'Irati, donne toujours une série de plis déversés vers le sud et formés de Crétacé fossilifère là où le Cambrien est indiqué sur la dite carte. La coupe des environs des Eaux-Bonnes, que j'ai donnée dans ma dernière note, résume donc le caractère essentiel de toute cette région.

Il faut seulement ajouter que le terrain paléozoïque qui se présente dans le fond de quelques vallées est Carbonifère et Dévonien,

pétri de *Cyathocrinus pinnatus;* et que le Trias et le Permien sont assez largement développés. Mais le même calcaire cénomanien à *Ostrea carinata* qui est figuré comme Cambrien a été classé dans le Muschelkalk immédiatement au sud de Larrau et au sud de Saint-Jean-Pied-de Port. A Larrau, toute confusion de calcaires est impossible, et à Larrau, de même qu'au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port, le calcaire cénomanien, pétri de fossiles de cet étage, est irrégulièrement pénétré par l'ophite et présente, à côté de ces pénétrations, les caractères physiques du Muschelkalk. Cela dit, il convient d'ajouter que si, à Gotein, on veut reconnaître le véritable horizon du Cénomanien, on le trouve à côté de l'ophite de Gotein, au pied des collines qui contiennent le conglomérat à *Ostrea carinata.* Ce calcaire de Gotein, qui a été classé dans le Muschelkalk, se présente à la base des marnes et grès, laquelle base est métamorphisée sur une étendue de plusieurs kilomètres carrés entre Gotein et Mauléon, de manière à ressembler au Précambrien de M. Seunes. Comme à Pouzac et à Biarritz, ce Crétacé métamorphisé contient du dipyre. Il n'a rien à faire avec la faille que j'ai signalée au sud de Saint-Just, laquelle faille disparaît avant d'atteindre la vallée du Saison. La formation côtière du flysch avance jusqu'au massif de Lixarra, et les marnes de sa base, qui sont le Gault de M. Seunes, sont seules interposées entre le flysch et le calcaire qui représente le Cénomanien, auquel calcaire ces marnes passent insensiblement. Partout, depuis l'Océan jusqu'à Bagnères-de-Bigorre, la même succession se présente : partout le Gault de M. Seunes est superposé au calcaire à *Caprina adversa* de Sare ou de Portugalete.

Les meilleurs fossiles albiens trouvés par M. Seunes, à Orthez, proviennent d'un bloc bien connu des ouvriers carriers du pays, et qui est nettement en travers de la stratification des marnes dans



n'est pas là qu'on doit choisir des fossiles pour rectifier la classification du Crétacé des Pyrénées. Ce qui est certain, c'est que ce gisement est identique en situation stratigraphique, en composition, et dans ses moindres détails, avec le gisement que j'ai signalé en 1881 à Ihins, et dans lequel des espèces du Jurassique ont été reconnues par divers paléontologistes des plus distingués. En outre, le bloc qui a fourni à M. Seunes ses meilleurs fossiles de l'Albien est en grande partie composé de Brachiopodes aussi difficiles à classer que ceux des blocs d'Ihins. Au lieu de classer ce dernier gisement à son horizon naturel, avec les marnes à blocs de son Gault d'Orthez, il a admis l'existence de trois failles qui lui permettent de classer le gisement d'Ihins dans l'Aptien inférieur. En réalité il n'y a pas autre chose à Ihins que les marnes et grès à conglomérats et blocs de la base du flysch, reposant sur le calcaire à *Caprina adversa* de Sare, précisément comme à Orthez.

Je dois ajouter que M. Seunes a signalé quelques fossiles albiens dans les grès entre Sare et Ascain où j'avais signalé en 1881 des fossiles crétacés, et « *suspendu toute conclusion* » en vue de déterminations contradictoires, et qu'il a indiqué ces grès comme ayant été classés par moi dans le Lias.

La vérité, c'est que ces grès, plaqués sur le Trias, sont sur le même horizon que le gisement qui m'a fourni la faune albienne du Guipuzcoa citée au commencement de cette note. Les grès et conglomérats cénomaniens sont largement développés au-dessus, et contiennent sans doute des fossiles dans leurs éléments roulés.

Sur le versant méridional de la chaîne, les faits sont analogues, car il y a continuité au moyen du Crétacé des sommets. C'est sur ce versant sud qu'on peut s'assurer, au moyen des faits que j'ai cités à Arive, Oroz, Alsasua, etc. dans mes dernières notes, que le calcaire à *Caprina adversa* est immédiatement recouvert par le Turonien et le Sénonien. Sur les sommets, on peut également s'assurer que la transgressivité discordante de la mer turonienne annoncée par M. Seunes (1) est une erreur, car la base du Crétacé des sommets présente des conglomérats ou des calcaires qui représentent le Cénomanien, et présente même les couches d'huîtres analogues à *Ostrea Boussingaulti* que j'ai signalées à Oyarzun et aux Eaux-Chaudes. Le Cénomanien passe constamment à des grès ou des conglomérats, ce qui fait la difficulté de le reconnaître.

En résumé, le Cénomanien, dans les Basses-Pyrénées comme dans l'Ariège, est représenté tantôt par des calcaires coralliens, tantôt

(1) *C. R. Ac. Sc.* du 11 janvier 1892.

par des couches clastiques, dans lesquelles on a signalé dans l'Ariège *Horiopleura Lamberti*, et, sur nombre de points, des fossiles jurassiques. La présence des massifs coralligènes que j'ai signalés en 1886 et 1887 complique la question, vu l'analogie de leur faune à tous les niveaux. M. Seunes a ainsi classé des roches de même âge, tantôt dans le Néocomien, tantôt dans l'Aptien inférieur, tantôt dans l'Albien, tantôt dans le Cénomanien, en admettant des failles et faisant des hypothèses arbitraires. Il est essentiel de reprendre de près l'étude des faits d'observation, et d'expliquer, au lieu de les rejeter, les faits signalés par Leymerie et par Hébert. Afin de contribuer pour le moment par quelques détails à cette étude, je donne ici la liste des fossiles que j'ai personnellement trouvés et déterminés dans les environs de Sainte-Suzanne (Orthez).

Dans les marnes reconnues comme aptiennes par Leymerie et Hébert, et dont la faune a été explorée par M. de Bouillé, j'ai trouvé :

Ammonites consobrinus d'Orb.
Trigonia rudis Park.
Trigonia sp.
Panopæa gurgitis d'Orb.
Inoceramus sulcatus Sow.
» *concentricus* Sow.
Plicatula radiola Lmk.
» *placunea* Lmk.
Pholadomya cf. *Gillieroni* Pict. et Camp.
Arca carinata Sow.
Lithodomus cf. *oblongus* d'Orb.
Corbis cordiformis d'Orb.
Lima parallela d'Orb.
Pecten, espèce lisse.
Exogyra sinuata Leym.
Trochocyathus conulus.
Echinospatagus Collegnoi d'Orb.
Terebratula cf. *lemaniensis* Pict. et Roux.
Pleurotomaria.
Gervillia.
Isocardia.
Crassatella cf. *regularis* d'Orb.
Pterocera bicarinata d'Orb.
Pecten interstriatus Leym.
Ostrea cf. *Sanctæ Crucis* Pict. et Camp.
Terebratula sella Sow.

Serpula filiformis Sow.
Janira atava d'Orb.
Rhynchonella latissima Sow.
Ostrea macroptera Sow.
Venus.
Mytilus.

Dans les marnes à conglomérats de Salles Magiscard, qui surmontent le calcaire de Baure et Baigts, j'ai trouvé dans le gros bloc signalé par M. Seunes :

Belemnites cf. *minimus* Lister.
Rhynchonella compressa Lmk.
Hamites rotundus.
Dent de poisson ressemblant à *Odontaspis.*
Moule d'ammonite indéterminable.

Dans les marnes qui accompagnent les blocs :

Himites Studeri Pict. et Roux.
Lima parallela d'Orb.
Inoceramus concentricus Park.
Ammonites mayorianus d'Orb.
Magas pumilus Sow.
Ostrea vesiculosa (Sow.) Guéranger.
Pecten.
Rhynchonella compressa Lmk.
Turritella.
Gervillia.

Ces fossiles indiquent le Gault comme il a été indiqué partout dans les Pyrénées. Il s'agit, comme toujours, de dégager cet étage sans hypothèses arbitraires ni bouleversements des faits acquis, et cette tâche est entièrement à reprendre et à poursuivre (1).

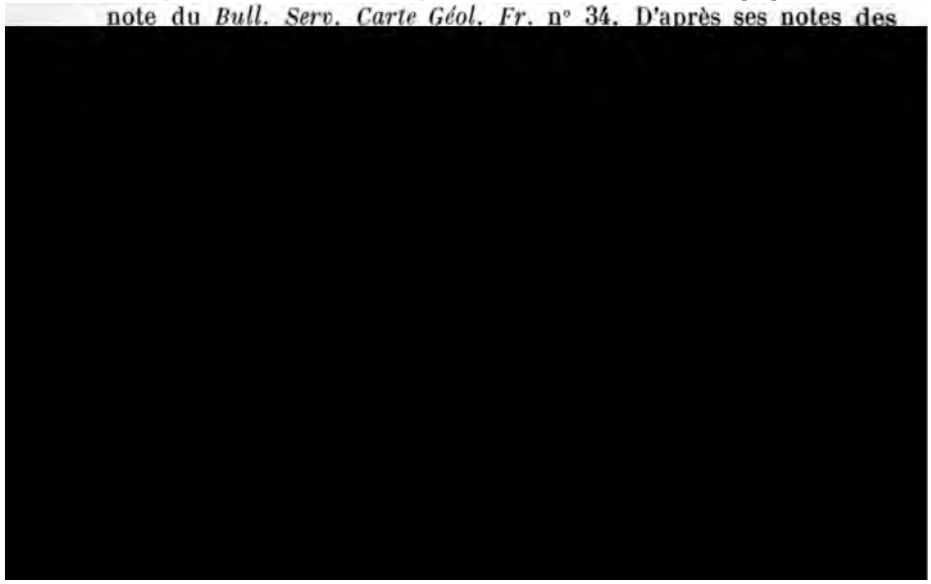
NOTE ADDITIONNELLE. — J'ajoute à la note qui précède quelques observations sur la réponse qu'a faite M. Seunes à mes notes com-

(1) M. Seunes, en reproduisant les citations de ma note de 1881 dans sa réponse (*B. S. G. F.*, T. XIX, 1891), a dit : « Il est important de remarquer que M. Stuart-Menteath n'a en vue que des poudingues intercalés dans le Flysch qu'il considère comme *supérieur* au Turonien ». Il est facile de s'assurer que ni par moi, ni par personne, l'expression *spécifiée* « Flysch ou *Wiener Sandstein* de l'Autriche », ne pouvait porter en 1881 la signification ainsi admise par M. Seunes en 1891, en contradiction avec ma note, ma carte et mes explications sur le terrain. Cette expression, dans ma note de 1881, comme en Autriche, comprenait des gisements côtiers soit du Gault, soit même du Néocomien.

muniquées à la Société le 7 novembre et le 5 décembre 1892. J'ai corrigé les épreuves imprimées de ces deux notes au mois de février 1893; la publication du Bulletin a été retardée pendant plusieurs mois. Il s'ensuit que la réponse de M. Seunes parue le 25 juin, portant la date de mai, et ne contenant aucune citation directe de mes notes, pourrait profiter d'une confusion de dates, si l'on négligeait de se reporter au Compte rendu sommaire de la Société géologique.

Cette réponse de M. Seunes consiste dans l'abandon complet de sa nouvelle classification du Dévonien énoncée dans sa note des *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* du 9 février 1891, ainsi que dans le *C. R. som. S. G. F.*, 16 février 1891, et de « la transgressivité de la mer turonienne » qui était « incontestablement démontrée » selon lui, par sa note des *Comptes Rendus* du 11 janvier 1892. Il accepte, et présente comme observations originales, même les plis représentés dans la coupe de ma note du 5 décembre 1892, et dont ses observations antérieures constituaient la négation absolue. Mes observations sur le Dévonien des Pyrénées occidentales, ou mieux, sur tout le Paléozoïque des Pyrénées, se trouvent ainsi réhabilitées.

De même, après avoir résumé, en janvier 1892, ses observations sur la vallée d'Aspe sans rappeler celles de M. Liétard, et représenté comme absolument incertain l'âge de la *dalle* des Eaux-Chaudes, il a accepté aujourd'hui l'âge crétacé que j'ai signalé depuis 1887 (*B. S. G. F.*, T. XVI, p. 26) et antérieurement, dans la carte de Carez et Vasseur, en dépit des opinions contraires qui, résumées dans la carte officielle au $\frac{1}{1\,000\,000}$, l'ont placée dans le Cambrien. On ne peut interpréter autrement les paroles de M. Seunes de la page 2 de sa note du *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.* n° 34. D'après ses notes des



NOTE SUR LE CAMBRIEN DE L'HÉRAULT (CAMBRIAN ANGLAIS),

par M. P. G. de ROUVILLE (1)

Dans ma note complémentaire sur le massif paléozoïque de Cabrières, dans la région occidentale du département de l'Hérault (*C. R. Ac. Sc.*, t. VI, p. 1437, 1888), je m'étais proposé d'établir les relations stratigraphiques, non encore relevées, du nouvel et si important horizon de la faune première qui venait d'être découvert, et j'avais été amené à constater un caractère remarquable d'association de l'horizon en question, d'une part, avec des calcaires que je regardais, à tort, comme dévoniens, et de l'autre, avec un vaste ensemble de Schistes et de Quartzites que la prétendue présence de la *Lingula Lesueurii* me donnait naturellement à considérer comme armoricains.

Cette double erreur devait nécessairement me voiler la raison, aujourd'hui reconnue naturelle, de cette association, et j'avais recours à des failles, pour expliquer le contact de termes qui s'appellent l'un l'autre pour former ensemble une seule unité géognostique.

Depuis lors, aucune lumière nouvelle n'avait éclairé ces rapports ; aucune objection n'avait été faite à ces attributions; mais il n'était pas possible qu'un système stratigraphique, établi sur de pareilles bases, satisfît longtemps l'esprit ; j'étais loin d'être au clair et sans trouble sur ces relations, et mes objections intérieures me faisaient désirer une opposition du dehors, qui, du moins, m'eût probablement valu la satisfaction d'une solution.

J'en étais là de mes doutes, très anxieux à l'endroit d'une région qui m'intéressait à un si haut degré, lorsqu'en septembre 1891, au retour d'une course à Vélieux et à Ferrals avec quelques compagnons d'excursion, entre autres M. l'instituteur Bousquet, et à la suite d'heureuses trouvailles de splendides exemplaires de Para-

(1) Note présentée dans la séance du 14 septembre 1893. — Manuscrit remis le même jour. — Epreuve corrigée par l'auteur parvenue au Secrétariat le 24 janvier 1894.

doxides, dans le ruisseau des Ecrevisses, mon collègue et ami M. Delage, examinant les relations des couches, trouva une série admirablement réglée de strates inobservées jusqu'à lui, dont il voulut bien me dresser la succession sur le tableau noir. Des raisons de santé m'empêchèrent de me rendre à son désir de m'amener sur les lieux, et malgré mon insistance, il se refusa à rien faire connaître avant que le projet de descente en commun eût reçu son exécution ; plus tard, l'empêchement durant, il se décida à notifier sa découverte à notre Académie des Sciences, dans sa séance du 17 avril 1893; son extrême bon vouloir à mon endroit lui fit exagérer le secours dont lui avaient été les contours préétablis de ma carte géologique, et usant d'un procédé de courtoisie qui n'est pas commun, il voulut bien associer mon nom au sien dans sa communication.

Cependant, la vérité stratigraphique, si longtemps méconnue, semblait décidément vouloir ne plus rester voilée; elle éclaira de tout son jour, dès ses premiers débuts (1892), un jeune observateur aussi passionné qu'intelligent, éclos spontanément à l'art de l'observation, M. Jean Miquel, qui eut le grand mérite de savoir, en toute simplicité, sans préjugé ni objectif systématique, noter dans l'ordre où elles s'offraient à lui les différentes masses minérales qu'il rencontrait dans le trajet, mille fois fait par lui, de Barroubio, où il habite, jusqu'au hameau de Coulouma.

Comme le jeune ouvrier carrier William Smith, dans les strates secondaires de l'Angleterre, M. Miquel releva, un à un, les divers termes de l'admirable série qui se déployait sous ses pas, et les énuméra dans sa modeste mais très importante notice (1).

Or, l'ordre où il les signale n'est autre que celui même de la série de Vélieux, relevé deux ans auparavant par M. Delage. La

ils apportaient, chacun de son côté, un élément stratigraphique de premier ordre : M. Delage, saisissant d'un seul coup-d'œil la règle et l'accident, constata, en aval du ruisseau du Briant, sous Minerve, un renversement des couches qui se montraient très régulières en amont ; il observa un renversement analogue à Ferrals et prépara ainsi l'intelligence de faits stratigraphiques du même genre dont la contrée fourmille ; M. Miquel, devant lequel la série se déployait toujours régulière, fut appelé à reconnaître le rôle considérable de l'un des termes — et non le moins important — que son recouvrement à Vélieux par des terrains plus jeunes, dérobait, presque en entier, à l'observation.

C'est avec un sentiment profond de gratitude que j'ai répondu à l'appel de MM. Delage et Miquel à venir constater avec eux la nouvelle série cambrienne, et sans regret que j'ai vu rentrer dans cette série la masse importante de calcaires et de dolomies que j'avais, en 1876, baptisées: Dévonien (*maxima pars*).

Amicus egomet mihi ; sed magis amica veritas.

M. Miquel, dans son enthousiasme bien légitime d'heureux néophyte, s'écrie : « Je renverse ici la stratigraphie classique de la Montagne-Noire ; je recule de plusieurs étages l'âge des calcaires » ; plus discrètement, Monsieur Delage avait, un an auparavant, rapporté de ses recherches dans la même région des conclusions identiques ; la carte détaillée et les coupes dont il accompagnera le mémoire in-extenso qu'il prépare en notre nom, donneront une preuve sensible aux yeux de la portée des nouveaux résultats ; la substitution, dans la légende, d'horizons précis et bien définis aux vagues assemblages sous des rubriques aussi vagues qu'eux-mêmes, mettra à jour la remarquable ordonnance d'un régime de choses qui avait échappé jusqu'ici ; un toit schisto-quarziteux et un mur presque exclusivement calcaire encaissant une masse relativement mince de schistes à couleurs variées, telle est l'économie aussi simple que nette de la formation comprise, stratigraphiquement, entre les roches cristallines (Archæan des Anglais) et les dépôts siluriens (Silurian des Anglais), et géographiquement, entre les croupes de l'Espinouze et du Sommail et la région des hautes eaux de Félines, d'Hautpoul, d'Olonzac et de la plaine de Saint-Chinian ; une série de plis parallèles donnant lieu à des récurrences d'affleurement que les érosions accentuent ou effacent et à des retours de strates résistantes affectant quelquefois l'air des masses en recouvrement, des redressements accompagnés de retombées sans rupture, ni déchirure violente, simulant des relations normales, c'est

à quoi se réduit, en définitive, une dynamique aux apparences compliquées, et à quoi, en dernière analyse, s'en ramènent les effets que l'œil est habile à saisir de loin, jusque dans leurs moindres détails, tant est grande leur régularité.

Les contours des bandes multiples de calcaires et de schistes, dessinés sur la carte géologique dès 1876, permettent, jusqu'à un certain point, de se rendre un compte exact de cette économie, à la condition toutefois d'être interprétés conformément aux vues nouvelles; ce ne sont plus, pour la plupart du moins, les lambeaux éraillés et faillés d'un vaste manteau calcaire, mais les simples replis d'un même terme d'une série stratigraphique unique.

L'énumération plus explicite des termes reconnus fera entrer plus avant dans l'économie de notre Cambrien.

Le point de départ devait être naturellement l'horizon à Paradoxides; il avait fait défaut à toutes les études antérieures à 1888; de là les anciennes erreurs et les longues obscurités; mais sur la base paléontologique devait s'asseoir un édifice stratigraphique régulier et normal; à cette seule condition pouvaient se reconnaître le vrai toit et le vrai mur de l'assise fossilifère; il convenait, en outre, que cette assise se montrât avec toutes ses dépendances et tous ses éléments. Or, il est arrivé, par un de ces bonheurs de rencontre dont les géologues sont particulièrement à même d'apprécier le prix, que la double localité de Vélieux et de Coulouma, ces deux premiers champs de recherches de MM. Delage et Miquel dans ce monde ancien, leur a fourni le cas, à peu près unique dans la contrée, de réalisation sur un même point des deux conditions sus-indiquées : ordre normal de strates, complet développement de l'étage paradoxidien. Les études ultérieures ont, en effet, montré que presque partout ailleurs dans la région les assises étaient

mentaires, dont la couche G de Barrande est le frappant symbole, et dont la paléontologie est seule apte à conjurer les dangereuses conséquences. Les mêmes couches amygdalines se représenteront dans un terme plus récent de notre série.

La richesse de la faune, du haut en bas de la formation, consacre naturellement l'établissement de notre groupe Paradoxidien (Menevian-beds des Anglais) sous la nouvelle forme qu'il vient d'acquérir (sous-étage Paradoxidien de M. Bergeron — plus complet).

Aux schistes colorés rouge lie de vin, jaunes, verts, succède par le haut, dans la région de Coulouma, une masse minérale uniformément formée de schistes feuilletés et de quartzites, qui se développe jusqu'à Barroubio, sur une longueur de 3 kilomètres environ, avec une pente moyenne de 25° à 30°, sans plissement visible; à Vélieux les mêmes quartzites couronnent aussi en parfaite concordance la faune première; mais ils disparaissent trop tôt sous le terrain nummulitique pour être bien observés dans tout leur développement.

M. Miquel, à qui revient tout l'honneur de la constatation de ce groupe, a quelque droit d'écrire, en raison de son étendue et de sa puissance : « Je vais donner à notre échelle géologique un étage nouveau, inédit jusqu'ici. » Qu'il réfléchisse, toutefois, que, compris entre deux étages classiques — celui de la faune première et celui de l'Arenig — le groupe nouveau ne saurait constituer, quelle que doive être sa faune qui reste à découvrir, qu'un membre supérieur du premier ou inférieur du second, et qu'il se rappelle que l'*upper cambrian* des Anglais, déjà bien reconnu et bien classé, paraît tout naturellement disposé à l'accepter pour équivalent. Ce rôle lui paraît d'autant plus assuré que M. Miquel a fait l'observation très intéressante que son *Postcambrien*, uni étroitement par en bas aux schistes à Paradoxides, présente, par en haut, un passage insensible au véritable Arenig, par une zone intermédiaire de grès schisteux où commencent à se trouver quelques rares nodules, et aussi de nombreuses empreintes, dont la forme vague mais répétée semblerait indiquer des lingules.

Quoi qu'il en soit, ce groupe, nommé par nous *Postparadoxidien* dans notre communication à l'Institut (21 août 1893) (sous-étage Olénidien de M. Bergeron, composition tout autre), offre dans la région un intérêt de premier ordre par la surface qu'il y occupe, les allures pittoresques qu'il y affecte, et surtout par sa fidélité à couronner la faune première, fidélité qui en fit pour moi, sous un faux nom, en 1888, le révélateur infaillible, à distance, de cette dernière.

Ce groupe présente encore la particularité d'inclure des enclaves de calcaires et de bancs amygdalins précurseurs, comme ceux du précédent, de la pétrographie dévonienne.

La classification anglaise, qui a bien le droit de primer toutes les autres pour les terrains de cet âge, donne aux Menevian-beds, comme soubassement, le groupe des Harlech-grits (6.000 p.), des Longmynd-rocks (2.000 p.) et des Llamberis slates (300 p.). Grès, schistes ardoisiers, conglomérats en constituent la pétrographie ordinaire; les calcaires n'y sont pas signalés; par contraste, à Vélieux et à Coulouma, c'est un ensemble puissant de calcaires variés de nature, calcaires compacts, schistoïdes, saccharoïdes, dolomies, qui supporte les schistes à Paradoxides, et cela, dans des conditions de concordance si parfaite qu'on ne saurait songer un moment à les séparer. Ce fut l'étonnement du premier jour qu'éprouvèrent, chacun de son côté, MM. Delage et Miquel, au début de leurs observations respectives; l'âge des calcaires qu'ils avaient devant eux reculait jusqu'aux premiers temps de l'ère sédimentaire. On comprend l'importance d'une pareille conclusion pour la Géologie locale non moins que pour la Géologie primaire méridionale. Cette uniformité de plongement se maintient sur plusieurs kilomètres de longueur, depuis la Val, jusque bien au-delà de Vélieux, et de Coulouma à Pont-Guiraud, et se retrouve plus au Nord, dans une épaisse formation de grès homogène, qui, émergeant de la masse calcaire, forme au Pic Mage et à Marcory, du col des deux Aires à celui de Serières à l'Ouest, la crête la plus élevée de la région. Cette dernière assise, la plus basse de la contrée, rappellerait les caractères minéralogiques des dépôts anglais. La prédominance presque exclusive de l'élément calcaire me paraîtrait imprimer à notre Cambrien un caractère pélagique, à l'encontre du

désigner sous le nom d'Archéen, et, qu'à l'exemple de son maître, M. Bergeron distinguait par sa situation intermédiaire entre les Micaschistes et son Annélidien (thèse, p. 44). Je suis depuis longtemps préoccupé de l'âge à assigner à nos talcites des Cévennes qui contiennent des couches calcaires (le Vigan, Hort-de-Dieu) et à cette formation si développée, que Dufrenoy nommait terrain de transition, dans la Montagne-Noire. (Explication de la carte géologique de France, t. I, p. 161.)

C'est le même ensemble calcaréo-schisteux que l'on retrouve aux confins de l'Hérault et de l'Aveyron (Saint-Gervais) et de l'Hérault et du Tarn (Lacaune) ; une excursion projetée dans la région d'Olargues nous permettra peut-être d'arriver à une solution ; quoi qu'il en soit, la dénomination d'Archéen devrait être réservée aux schistes cristallins (Archæan-Pre-Cambrian and Laurentian, des Anglais) ; c'est dans ce même sentiment de fidélité à la terminologie anglaise que nous avons condamné le nom d'Archéen donné par M. Miquel à son groupe inférieur.

Je résume, ainsi qu'il suit, la constitution de notre Cambrien :

3me Groupe. — POSTPARADOXIDIEN ou mieux CAMBRIEN SUPÉRIEUR.

(Tremadoc slates — Lingula flags).

Alternance de schistes et de quarzites, avec intercalations d'enclaves calcaires et de bancs amygdalins, passant à l'Arenig, dans le haut, et au groupe suivant, dans le bas.	Barroubio 12 à 1500m sans plissement apparent

2me Groupe. — PARADOXIDIEN ou mieux CAMBRIEN INFÉRIEUR.

(Menevian Group and *Harlech grits).*

Schistes colorés, verts, jaunes, rouge lie de vin et calschistes amygdalins.	Vélieux Coulouma 25 à 30m

1er Groupe. — ANTEPARADOXIDIEN ou mieux CAMBRIEN INFÉRIEUR.

(Llamberis slates).

Ensemble de calcaires saccharoïdes, schistoïdes, d'au moins mille mètres d'épaisseur (Vélieux, Coulouma) et, à la base, formation de grès homogène (grès de Marcory), de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.	Copujol

ALLURES ARCHITECTONIQUES. — Le mémoire in extenso de M. Delage fera connaître les mouvements subis par les trois groupes constamment concordants.

La carte annexée fera ressortir la multiplicité des affleurements du Paradoxidien (Vélieux Rodomouls, Euzède, Notre-Dame de Trédos, etc.) sous forme de bandes de largeur variable, toujours parallèles, interrompues par places ; des flèches indiquant soigneusement les divers plongements, feront saisir le sens des mouvements anticlinaux ou synclinaux, généralement obliquant vers le sud. Le trait le plus saillant de cette dynamique consiste dans la réalité de renversements accentués sur de grandes longueurs, sans trace aucune de rupture brusque ni de déchirure violente. Nous signalerons, entre autres la dorsale de Ferrals et celle de Poussarou, et, sur une surface plus restreinte, nous rappellerons l'accident du Briant sous Minerve, offrant les couches en ordre inverse de celui qu'elles présentent en amont.

NOTES PALÉONTOLOGIQUES,

par **J. BERGERON**

I

Crustacés (1)

(Pl. VII et VIII).

Depuis plusieurs années que je les étudie, les terrains anciens du Languedoc m'ont fourni, ainsi qu'aux nombreux chercheurs qui les explorent, un très grand nombre de fossiles paléozoïques. J'ai pensé qu'il serait intéressant de publier ces formes en les groupant par faunes, c'est-à-dire par étages. Mais pour donner la faune, ne fut-ce que d'un seul étage, aussi complète que possible, il faut attendre souvent bien des années, jusqu'à ce qu'on ne rencontre plus de formes nouvelles. C'est le cas pour la faune du Paradoxidien, qui, depuis quelque temps, malgré les recherches les plus actives de M. Miquel, ne fournit plus de types nouveaux; aussi vais-je pouvoir la faire paraître d'ici peu. Mais il n'en est pas de même pour l'Arenig inférieur, où chaque année amène la découverte de formes nouvelles, grâce à l'ardeur infatigable de MM. Escot, Miquel et Villebrun. J'ai donc pensé qu'il y aurait avantage à faire connaître ces espèces nouvelles, au fur et à mesure de leur découverte, sans attendre que la faune ait été trouvée tout entière. En agissant de la sorte, je crois rendre service à tous ceux que les études paléontologiques intéressent.

Comme d'autre part, j'ai parfois entre les mains des exemplaires de fossiles intéressants, je profiterai de la publication de ces notes paléontologiques pour les faire connaître (2).

(1) Communication faite dans la séance du 23 Janvier 1893; manuscrit remis le 7 Décembre 1893; épreuves corrigées par l'auteur, parvenues au Secrétariat le 22 Janvier 1894.

(2) Ayant eu à déplorer à maintes reprises le peu d'exactitude des dessins lithographiés, j'ai eu recours à la phototypie qui est actuellement le procédé de reproduction le plus sûr. Mais comme dans le cas présent les fossiles sont noirs sur fond noir, et que dans ces conditions spéciales il y a une très grande difficulté à obtenir de bons clichés, j'ai dû recourir à un artifice. M. Sohier, dont l'habileté n'est plus à louer, a passé tout autour de chaque fossile, en suivant très exactement ses contours, une couche de couleur grise (mélange d'encre de Chine et de gouache blanche). J'ai surveillé ce travail avec le plus grand soin et *rien dans les fossiles eux-mêmes* n'a été retouché.

Asaphelina Miqueli nov. sp.

Pl. VII, Fig. 1-6. Pl. VIII, Fig. 1-6.

M. Jean Miquel, de Barroubio, m'a fait parvenir au mois de novembre 1893 (1) des pygidiums qu'il ne connaissait pas encore ; il les avait trouvés en très grande abondance dans le ruisseau de Saint-Cels, près Saint-Chinian. Cette forme avait déjà attiré mon attention ; dans la collection de M. l'abbé Filachou (2), j'avais remarqué des pygidiums présentant un nombre très grand et tout à fait anormal d'articles. Mais aucun de ces pygidiums ne portait les pointes si caractéristiques de cette nouvelle espèce ; tous étaient d'ailleurs dans un très mauvais état de conservation. Quelques jours après que j'eus étudié le fossile envoyé par M. Miquel, je recevais, de Cabrières, un envoi riche en exemplaires « *d'une espèce nouvelle* » comme me disait M. Escot. C'était encore la même espèce ; mais avec quelques parties du corps en plus. C'est grâce à ces envois et à d'autres que ces messieurs m'ont faits dans la suite, que j'ai pu reconstituer presque à coup sûr cette espèce. J'ai été très heureux de la dédier à notre nouveau confrère M. Miquel, qui est le premier à me l'avoir fait connaître avec ses principaux caractères.

Je n'ai pas eu encore à ma disposition d'exemplaires complets. Le seul qui présente toutes les parties de son corps, bien que déplacées les unes par rapport aux autres, est représenté Pl. VIII, fig. 1 ; mais cet exemplaire est encore incomplet en ce que la glabelle fait défaut. En me servant des différents échantillons que j'ai examinés, j'ai fait un essai de restauration de cette espèce nouvelle (fig. 1).

Tête. — Par sa tête, cette forme appartient bien à la famille des

Asaphus; mais la présence de deux grandes pointes au pygidium la rapproche de la forme que j'ai décrite antérieurement sous le nom d'*Asaphelina Barroisi* (1); c'est évidemment une espèce appartenant au groupe des Asaphus dont le pygidium était armé de deux pointes latérales, *Asaphus* que j'ai rapportés au nouveau genre *Asaphelina*.

La tête, d'après cet exemplaire de la Pl. VIII, fig. 1, a des contours antérieurs circulaires, formant d'ailleurs un arc légèrement surbaissé. Les joues mobiles se terminaient en arrière par de grandes pointes génales, dont l'extrémité postérieure devait dépasser un peu le niveau du bord antérieur du pygidium.

La glabelle manque dans cet échantillon; mais les exemplaires isolés de glabelle sont si nombreux, qu'il est facile de reconstituer la tête telle qu'elle était. Ces glabelles sont d'assez grandes dimensions par rapport à la surface du bouclier céphalique. Elles

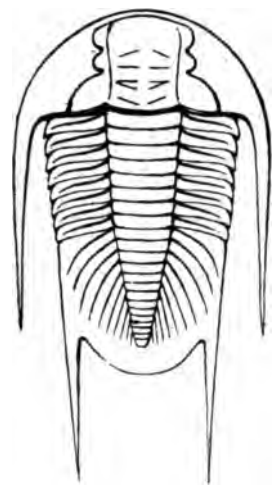


Fig. 1. — Essai de reconstitution de l'*Asaphelina Miqueli*.

ont une forme trapézoïdale très nette. La petite base est limitée par le bourrelet occipital; la grande base est légèrement arquée. Les sillons dorsaux, qui délimitent latéralement la glabelle, sont toujours très accusés et sensiblement rectilignes.

Sur la glabelle on peut reconnaître, chez les individus jeunes, cinq paires de sillons latéraux (Pl. VIII, fig. 2). Une paire corres-

(1) Etude géologique du massif ancien situé au Sud du Plateau central, p. 339, Pl. IV, fig. 1.

pond au sillon occipital (1); elle délimite un bourrelet occipital de très faibles dimensions, qui semble dilaté vers sa partie médiane. La paire de sillons qui vient immédiatement après, et au-dessus, est composée de sillons s'élargissant à mesure qu'ils se rapprochent de l'axe médian et s'infléchissant en même temps en arrière dans une direction oblique.

La 3me paire de sillons est dirigée obliquement en arrière; mais ceux-ci se bifurquent : une des branches s'infléchit en arrière tandis que l'autre reste horizontale.

La 4me paire est presque horizontale avec une légère tendance à être convexe en avant; mais la profondeur des sillons diminue à mesure qu'ils se rapprochent de l'axe.

La 5me paire est formée de sillons obliques qui se dirigent en avant de manière à former entre eux un angle obtus, mais ils ne se rejoignent pas.

En comparant entre elles des glabelles de dimensions différentes et par suite ayant appartenu à des individus d'âges différents, on voit que les sillons s'atténuent avec l'âge. J'ai fait figurer (Pl. VIII, fig. 2) une glabelle très petite, dont la hauteur était de 4mm5; elle a été grossie 4 fois et demie; les cinq paires de sillons y sont très nettes, tandis que dans l'individu dont la glabelle est représentée grandeur naturelle dans la fig. 3, les sillons latéraux sont très peu marqués.

La grande suture détermine des lobes palpébraux très petits, et en avant de ceux-ci, de petits lobes antérieurs (2). Cette allure de la grande suture est caractéristique de la famille des Asaphus. La petitesse des lobes palpébraux et leur position assez loin du bord postérieur du bouclier céphalique (à plus de la moitié de la hauteur de la glabelle), sont tout à fait caractéristiques de cette espèce.

Les joues fixes sont très hautes dans le voisinage de la glabelle et diminuent rapidement de hauteur.

[redacted] connais comme joues mobiles provenant d'individus appar- [redacted] l'*Asaphelina Miqueli*, que celles qui se [redacted] une assez grande

présenter le bouclier céphalique complet, le reconstituer ; il est impossible en effet de s'en faire une idée à la simple vue de la fig. 1, Pl. VIII, où la tête est en deux parties, et où la glabelle n'existe plus ; à sa place apparaît l'empreinte laissée dans le schiste par l'hypostome. Pour faire cette reconstitution, j'ai calqué les joues mobiles, puis je les ai rapprochées d'une glabelle ayant des dimensions correspondantes ; j'ai obtenu ainsi la tête reproduite dans la fig. 1. En opérant de cette manière, j'ai vu que le bord antérieur de la tête devait passer très probablement un peu en avant du bord de la glabelle. La forme des pointes génales, ainsi que la réunion du bord postérieur à ces pointes n'est peut-être pas bien exacte, car toute la partie de cette joue, comprise entre le point du contour postérieur où aboutit la grande suture, et l'extrémité de la pointe génale, est mal conservée. Si l'on s'en rapporte à ce qui a lieu d'ordinaire dans les Asaphidæ et notamment dans les *Ogygia* (on verra plus loin pourquoi il est intéressant de comparer les *Asaphelina* et les *Ogygia*), la grande suture aboutit au bord postérieur du bouclier céphalique à une certaine distance de l'angle formé par ce bord postérieur et la pointe génale. Il semblerait cependant, d'après la fig. 3, Pl. VIII, que la pointe génale partait immédiatement du bord postérieur du bouclier céphalique au niveau de la suture. Mais ce qui paraît correspondre à des pointes est une simple trace du côté droit, et un sillon du côté gauche, sillon qui correspond sans doute à l'empreinte d'une pointe génale. Aucune autre tête ne m'a donné de pareilles traces. La disposition des pointes génales présentée par l'individu de la fig. 3, Pl. VIII, est tout à fait anormale ; en effet, chez la plupart des trilobites, il y a toujours un raccord entre le bord postérieur et la pointe génale. Il semble donc que, dans ce cas, il y ait un accident de fossilisation ; d'ailleurs il est facile de reconnaître que l'exemplaire est déformé.

Sur quelques glabelles, seulement, j'ai pu trouver trace d'un test granuleux. J'ai fait faire avec un grossissement de 5 fois, fig. 4, Pl. VIII, une partie de l'anneau occipital de l'individu de la fig. 3. Ce n'est que la contre-empreinte laissée par le test. Cette figure montre que sur l'anneau occipital les granulations étaient plus fortes que sur le reste de la glabelle.

Ces granulations d'ailleurs n'apparaissent que sur une faible partie de la glabelle, sur sa partie postérieure. Je n'en ai jamais vu sur aucune autre partie du corps ; mais cela n'implique pas leur non-existence sur le test de l'animal ; elles ont pu être trop fines,

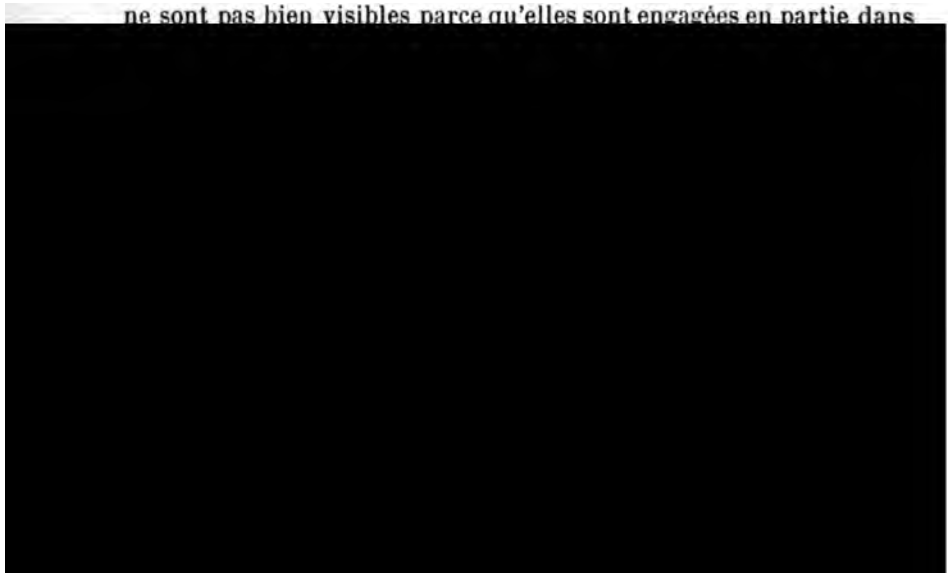
ailleurs que sur la partie postérieure de la glabelle, pour être conservées lors de la fossilisation.

Dans le gisement du ruisseau de St-Cels, on trouve, associés aux débris d'*Asaphelina Miqueli*, des hypostomes de taille assez variable, mais tous semblables entre eux. Comme dans ces mêmes couches il n'y a, comme trilobites présentant des différences de taille aussi variées, que les individus de l'espèce en question, et que d'autre part l'empreinte laissée par l'hypostome de l'exemplaire figuré Pl. VIII, fig. 1, se rapporte à ce même type d'hypostome, sans toutefois qu'on puisse faire aucune identification par suite du mauvais état de conservation de cette empreinte, je suis convaincu que ces hypostomes doivent être attribués à des individus d'*Asaphelina Miqueli*. J'ai fait figurer un exemplaire provenant du bois de Boutoury ; il est identique à ceux du ruisseau de St-Cels, mais mieux conservé.

La forme générale de ces hypostomes est celle qui caractérise le groupe des *Ogygia* ; elle est pentagonale, plus haute que large. (Pl. VIII, fig. 5). Toute leur surface est couverte de stries assez fines ; c'est pour les rendre visibles que j'ai fait grossir, d'à peu près un tiers, l'exemplaire figuré.

Le bord postérieur (1) de l'hypostome forme un angle presque droit avec tendance à se terminer en pointe dans l'axe. Il se soude de chaque côté aux bords latéraux par des arcs de cercle. Les bords latéraux sont sensiblement rectilignes, avec une légère inflexion au niveau du sillon moyen. Ils ne sont pas parallèles entre eux (2).

Le bord antérieur est légèrement arrondi ; mais la courbe s'accentue de plus en plus sur les parties latérales, tandis que ce bord est presque droit dans la partie médiane. Les ailes antérieures ne sont pas bien visibles parce qu'elles sont engagées en partie dans



Ces deux lobes sont séparés par le sillon moyen peu profond, présentant deux petites fossettes placées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de l'hypostome.

Les sillons latéraux qui délimitent le lobe antérieur sont assez larges, mais cependant très nets, par suite des saillies constituées par le lobe antérieur et les parties latérales de l'hypostome.

Le sillon postérieur est peu profond ; cependant il se creuse de plus en plus en approchant de l'axe. Il forme, dans cette partie axiale, une sorte de gouttière ayant une tendance à se prolonger vers la partie postérieure; cette gouttière correspondrait à la terminaison en pointe du bord postérieur.

Sur le lobe postérieur, comme sur toute la partie postérieure de l'hypostome, les stries sont symétriques comme sur le lobe antérieur, mais elles suivent approximativement les contours du bord postérieur.

Abdomen. — Les exemplaires d'abdomen sont peu nombreux, beaucoup moins que ceux de pygidiums et même de têtes. N'ayant pas trouvé un seul exemplaire complet et bien conservé d'*Asaphelina Miqueli*, je ne puis être sûr du nombre des anneaux qui constituent l'abdomen. L'échantillon figuré Pl. VIII fig. 1 présente un abdomen dissocié, sur lequel on ne peut compter que 7 anneaux ; mais il y en avait certainement plus, car au dessus des deux derniers anneaux qui accompagnent le pygidium, on peut distinguer des débris de carapace correspondant certainement à un anneau ; il y aurait donc eu huit anneaux à cet abdomen. Ce nombre 8 est le maximum que j'aie relevé.

Sur l'exemplaire le plus complet et le plus grand qui m'ait présenté un abdomen en place par rapport au pygidium (Pl. VIII, fig. 6), il y a 8 anneaux avec leurs plèvres ; sur un autre exemplaire, dont l'abdomen a une largeur d'environ 6 millimètres, on compte également 8 anneaux. Il semble donc que cette espèce n'ait pas eu un nombre d'anneaux variable avec l'âge, et que ce nombre constant ait été 8, comme c'est le cas pour la famille des Asaphidæ.

Les plèvres étant peu inclinées sur les côtés, l'abdomen a une forme rectangulaire très accusée, qui est frappante sur tous les exemplaires que j'ai examinés.

L'axe est formé d'anneaux assez hauts et larges, peu saillants et sans aucun ornement, avec surface articulaire très nette. L'axe a sensiblement la même largeur que chacune des plèvres correspondantes ornée de sa pointe.

Les plèvres sont à sillons ; leurs pointes sont assez larges et s'infléchissent un peu en arrière.

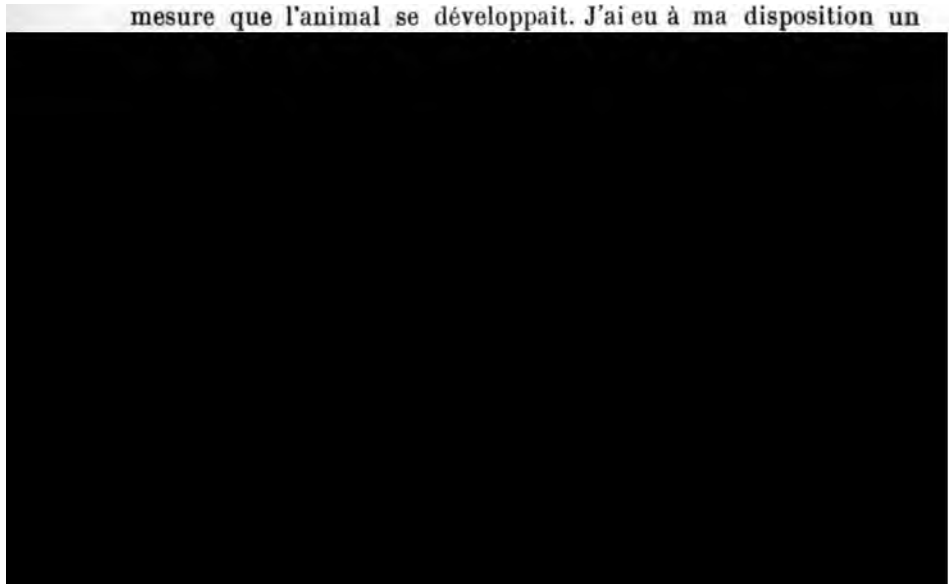
Sur aucun exemplaire je n'ai vu trace de granulation sur l'abdomen.

La largeur des anneaux abdominaux décroît, depuis celui qui est situé le plus haut, près de la tête, jusqu'à celui qui est contigu au pygidium ; la décroissance se fait presque insensiblement. (Pl. VIII, fig. 6).

Etant donnée la forme de l'abdomen, l'articulation antérieure avec le bouclier céphalique devait se faire, comme l'articulation postérieure avec le pygidium, suivant une ligne presque droite.

Pygidium. — De toutes les parties du corps de l'*Asaphelina Miqueli*, le pygidium est celle que l'on rencontre le plus fréquemment. Dans le gisement du ruisseau de St-Cels, qui est de beaucoup le plus riche, les pygidiums de toutes tailles pullulent. Ils sont caractérisés par leur bord antérieur presque droit, à peine infléchi sur les côtés, par le très grand nombre de leurs segments et par la présence de deux pointes latérales très développées, dirigées en arrière et presque parallèles entre elles. Ces caractères sont des plus frappants et permettent de reconnaître cette espèce au premier abord.

L'axe du pygidium a une forme conique très accusée (Pl. VII, fig. 1 à 6 ; Pl. VIII, fig. 6), les anneaux diminuant très rapidement de la partie antérieure vers la partie postérieure. Ces anneaux sont au nombre de 18 ou de 19 ; les derniers anneaux étant toujours très difficiles à distinguer, il y a quelque doute sur le nombre total. Ce grand nombre d'anneaux s'observe surtout chez les jeunes, les anneaux étant moins distincts surtout dans la partie terminale à mesure que l'animal se développait. J'ai eu à ma disposition un



une surface triangulaire très accusée et qui ne correspond à aucun anneau de l'axe (Pl. VII, fig. 1, 2, 3, 5). L'intervalle entre les sillons, ou bourrelet, diminue de plus en plus à mesure que l'on s'éloigne davantage du bord antérieur; cette diminution correspond à celle des dimensions des anneaux de l'axe; en même temps les sillons de courbes qu'ils étaient, deviennent rectilignes (Pl. VII, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Le nombre des sillons des plèvres semble être moindre que celui des anneaux de l'axe, parce que dans la partie terminale ces sillons s'atténuent à tel point qu'ils ne sont plus discernables, alors que les anneaux sont encore visibles dans la région correspondante (Pl. VII, fig. 1, 2, 3, 4, 5).

Le limbe du pygidium, d'abord très réduit latéralement, se développe de plus en plus jusque dans la partie terminale, où il affecte une forme semi-circulaire et où il a une largeur relativement grande, comparable d'ailleurs à celle qu'il présente chez certains *Asaphidæ*.

Mais, latéralement, au niveau de la région où aboutissent les trois premiers bourrelets antérieurs, le limbe se développe de manière à former de chaque côté une grande pointe dirigée en arrière. La disposition de ces pointes et du limbe dans la partie antérieure du pygidium lui donne une forme rectangulaire qui est tout à fait caractéristique (Pl. VII, fig. 1, 2, 3 et 5).

La partie postérieure du limbe se soude aux pointes suivant un arc de cercle plus ou moins ouvert (Pl. VII, fig. 1, 3, 4, 5); mais les variations dans l'ouverture de cet arc sont dues sans doute à l'état de conservation des échantillons. C'est encore à cette même cause qu'il faut attribuer les différences dans les dimensions des pointes.

Dans cette espèce, les pointes du pygidium sont de grande taille et ont une tendance à rester parallèles, ce qui permet de la distinguer facilement des autres espèces du même genre *Asaphelina*.

Cette forme est une des moins variables que je connaisse. Les exemplaires les plus petits comme les plus grands ont tous les mêmes caractères; il n'y a de différence que dans les dimensions. J'ai vu des pygidiums ne mesurant que 5 millimètres de longueur; par contre, M. Miquel possède un fragment de pygidium dont le plus grand anneau, qui devait occuper sur l'axe une position qu'il est impossible de déterminer vu son état de conservation, a une hauteur d'un centimètre et une largeur de quatre centimètres et demi. Ce fragment doit provenir d'un individu de très grande taille, d'environ 0,50 de long.

De tous les caractères que j'ai décrits plus haut, on peut conclure que *Asaphelina Miqueli* appartient bien à la famille des *Asaphidæ* par les caractères de sa tête, par la disposition de la grande suture, par son hypostome voisin de celui des *Ogygia*; mais il se distingue à première vue de tous les genres connus de cette famille par les caractères de son pygidium. D'autre part ces caractères sont sensiblement ceux que nous avons reconnus, M. Munier-Chalmas et moi, dans l'*Asaphelina Barroisi* dont nous avons fait le type d'un nouveau genre *Asaphelina*. C'est donc à ce même genre qu'il y a lieu de rapporter cette forme nouvelle. Le genre *Asaphelina* comprend d'ailleurs d'autres espèces nouvelles que je décrirai dans la suite.

Mais son importance, au point de vue stratigraphique, semble devenir de jour en jour plus grande. En effet, bien que la position relative de l'*Asaphelina Barroisi*, de l'*Asaphelina Miqueli* et des autres espèces encore non décrites du même genre, ne soit pas bien connue, il est cependant parfaitement établi que toutes sont cantonnées dans l'Arenig inférieur. C'est donc bien un genre caractéristique, jusqu'à présent, de la base de l'Ordovicien. Or, parmi les *Dikelocephalus* décrits des couches cambriennes, plusieurs me semblent appartenir au genre *Asaphelina* et, par suite, proviendraient peut-être de l'Arenig inférieur. Il y a donc lieu de faire une étude critique des différentes espèces de *Dikelocephalus* et de voir à quels niveaux on les a trouvées. Comme cette étude ne pourra être faite qu'autant que les caractères du genre *Asaphelina* auront été parfaitement établis, j'attendrai, pour la faire, d'avoir décrit les espèces nouvelles que M. le Dr Villebrun, maire de St-Chinian, a recueillies de différents côtés et qu'il veut bien me communiquer.

M. Zeiller ayant reçu de M. Crépin des exemplaires de cette espèce a bien voulu me les communiquer. L'un d'eux correspond à ce que M. l'abbé Boulay a décrit comme pygidium ; mais comme il est mieux conservé que celui qui a été déjà figuré, j'ai pensé qu'il convenait de le faire représenter à nouveau (Pl. VII, fig. 8). Sur cet échantillon, on reconnaît facilement que ce n'est pas à un pygidium de trilobite qu'on a affaire, mais à un thorax de Xiphosure.

Les Xiphosures, d'après Zittel, se divisent en deux groupes : les *Limulidæ* et les *Hemiaspidæ*. Les caractères du thorax des crustacés du premier groupe, chez lesquels la structure en anneaux ne peut plus se reconnaître, permettent d'en écarter immédiatement la forme décrite par M. l'abbé Boulay. Restent les *Hemiaspidæ* divisés en deux groupes : 1° ceux ayant des segments thoraciques mobiles et des segments abdominaux soudés ; ils constituent les genres *Belinurus*, *Bunodes*, *Hemiaspis*, etc ; 2° ceux chez lesquels les segments thoraciques et abdominaux sont indivis : ils appartiennent au genre *Prestwichia*.

Il semble bien que les anneaux formant l'ensemble du soi-disant pygidium étaient soudés les uns aux autres. De plus l'aspect général est celui des différentes espèces de *Prestwichia* figurées par M. H. Woodward (1). C'est avec *Prestwichia anthrax* Woodw. des Coalmeasures de Coalbroock Dale que l'*Anthracopeltis Crepini* a le plus d'affinités. C'est le même contour circulaire ; mais la forme de Bully-Grenay se distingue de l'espèce anglaise par les côtes qui ornent les plèvres.

Ces côtes sont grêles mais très nettes ; elles se prolongent en dehors de l'abdomen et du thorax par de longues épines qui devaient porter des membranes, probablement chitineuses, les reliant aux épines antérieures et aux bords de l'abdomen et du thorax (Pl. VII, fig. 8).

L'axe porte six anneaux très saillants par rapport aux plèvres qui sont plates ; ces anneaux ont une forme arrondie. Sur le premier, on voit très distinctement un tubercule ; peut-être est-ce la base d'une épine. Sur les autres anneaux, il semble bien qu'il y ait dans la région médiane un relief ayant pu correspondre à la base d'un tubercule ou d'une épine. Pour le troisième anneau, la chose paraît certaine ; pour le sixième ou dernier anneau, il y a quelque doute, la surface supérieure de l'anneau ayant été enlevée.

La largeur des anneaux décroît du premier au cinquième, mais

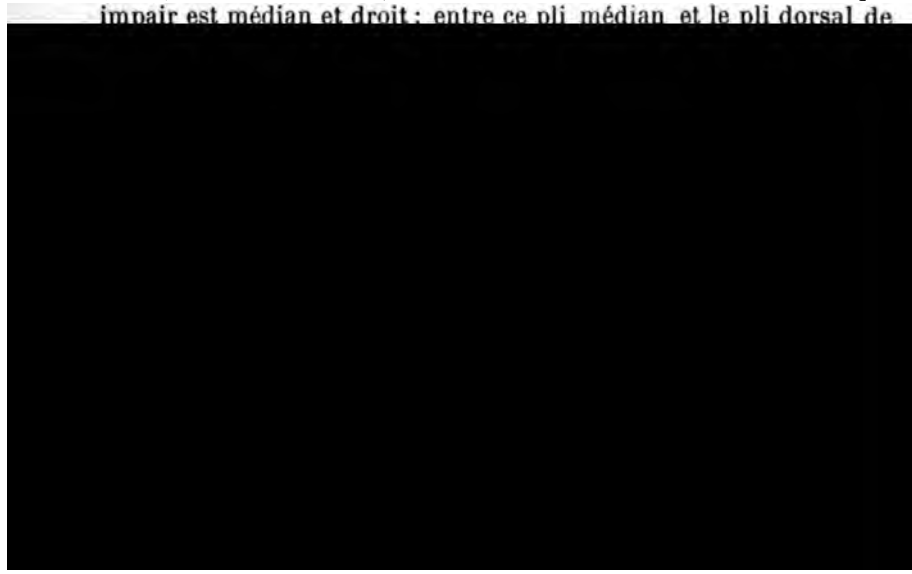
(1) A Monograph of the British fossil Crustacea belonging to the Order Merostomata. — *Palæontographical Society*, 1866-1878.

le sixième est bien plus fort que les autres. Il doit correspondre à l'axe de l'abdomen, les autres anneaux correspondant à l'axe du thorax. Il est fort probable que ce dernier anneau a des dimensions plus grandes parce qu'il résulte de la soudure de deux anneaux terminaux. Il y a en effet, de chaque côté de l'abdomen et du thorax, sept épines correspondant aux côtes dont j'ai parlé plus haut. Ces côtes doivent correspondre à autant d'articles du corps; ceux-ci auraient donc été au nombre de sept et comme les deux dernières épines de chaque côté viennent aboutir au dernier anneau, celui-ci était double. Sur l'exemplaire figuré par M. l'abbé Boulay, il y a six anneaux dont le dernier est également plus fort que les autres, mais il porte un sillon médian qui indiquerait qu'il résulte de la soudure de deux anneaux.

En arrière du dernier anneau il semble qu'il y ait eu une partie renflée pouvant être la base d'une pointe conique terminale, comme c'est le cas pour les *Hemiaspidæ*; mais le contour postérieur de l'abdomen est trop mal conservé dans l'exemplaire que j'ai eu entre les mains, comme dans celui figuré par M. l'abbé Boulay, pour qu'il me soit possible de rien affirmer.

La tête est de forme semi-circulaire (Pl. VII, fig. 7), beaucoup plus large que haute (trois fois environ). Elle est plate, sauf dans la partie médiane qui est légèrement bombée. Cette partie médiane ou glabelle est de forme trapézoïdale, la plus grande base du trapèze correspondant à la partie antérieure de la glabelle. Les sillons dorsaux sont obliques ; ils divergent de plus en plus à mesure qu'ils s'avancent vers le bord antérieur. Ils divergent encore, mais moins, en se rapprochant du bord postérieur.

La glabelle porte cinq plis : deux suivent les sillons dorsaux ; le pli impair est médian et droit ; entre ce pli médian et le pli dorsal de



Sur le limbe se voit un sillon semi-circulaire qui divise en deux l'espace compris entre la glabelle et le bord antérieur de la tête. Son rôle n'est pas non plus défini.

Le seul échantillon de tête que j'ai eue à ma disposition ne permet pas de se rendre un compte exact de la disposition de son contour postérieur. Il devait être rectiligne. Mais portait-il des pointes ainsi que cela s'observe chez certains *Prestwichia* anglais ? Son état de conservation ne permet même aucune hypothèse à cet égard.

J'ai chercbé à reconstituer l'animal complet et j'en donne une figure schématique (Fig. 2).

Fig. 2. — Essai de reconstitution du *Prestwichia Crepini*.

On avait déjà signalé dans le Nord de la France et en Angleterre, au milieu des dépôts houillers mêmes, des intercalations calcaires avec Brachiopodes correspondant à des invasions momentanées de la mer dans les lagunes où s'accumulaient les végétaux devant former la houille ; mais la rencontre d'une espèce de *Prestwichia* dans le Pas-de-Calais montre que les Crustacés étaient aussi les mêmes à la même époque des deux côtes de la Manche, ce qui confirme une fois de plus les assimilations faites entre les bassins de l'Angleterre et ceux du Nord de la France.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. VII.

Fig. 1, 2, 5. — Pygidiums d'*Asaphelina Miqueli* de différentes tailles. — Loc : Ruisseau de St-Cels, près St-Chinian. — Arenig inférieur.

Fig. 3. — Moule d'un pygidium d'*Asaphelina Miqueli*. — Loc. : Ruisseau de St-Cels. — Arenig inférieur.

Fig. 4. — Pygidium avec trois anneaux thoraciques d'*Asaphelina Miqueli*. — Loc : Ruisseau de St-Cels. — Arenig inférieur.

Fig. 6. — Pygidium incomplet d'un grand exemplaire d'*Asaphelina Miqueli*. — Loc. : Cassagnoles, près Ferrals. — Arenig inférieur.

Fig. 7. — Tête de *Prestwichia Crepini*. — Loc. : Bully-Grenay (Pas-de-Calais). — Westphalien.

Fig. 8. — Thorax et abdomen de *Prestwichia Crepini*. — Loc. : Bully-Grenay (Pas-de-Calais). — Westphalien.

Pl. VIII.

Fig. 1. — *Asaphelina Miqueli*. — Loc. : Bois de Boutoury, près Cabrières.

Fig. 2. — Tête d'*Asaphelina Miqueli* sans les joues mobiles. Grossie quatre fois et demie. — Loc. : St-Cels, près St-Chinian.

Fig. 3. — Tête d'*Asaphelina Miqueli* sans les joues mobiles. Grandeur naturelle. Loc. : Ruisseau de St-Cels, près St-Chinian.

Fig. 4. — Contre-empreinte des granulations du test dans la région occipitale de l'échantillon précédent. Grossie 5 fois.

Fig. 5. — Hypostome d'*Asaphelina Miqueli*. Grossissement 3/2. — Loc. : Bois de Boutoury, près Cabrières.

Fig. 6. — Abdomen et pygidium d'*Asaphelina Miqueli*. — Loc. : Bois de Boutoury, près Cabrières.

M. PARRAN, au nom de la Commission de comptabilité, donne lecture du rapport suivant :

RAPPORT DE LA COMMISSION DE COMPTABILITÉ SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1892.

Votre Commission a relevé sur les livres, les recettes et les dépenses de l'exercice 1892. Elle a reconnu la parfaite exactitude des chiffres présentés dans le rapport de M. le Trésorier et classés dans le tableau suivant (Tableau n° 2) où figure aussi la prévision pour l'exercice 1893.

Votre Commission a dressé de son côté un tableau (Tableau n° 1), qui résume d'une manière complète toutes les opérations de la Société.

Les résultats qui ressortent de ce tableau sont en amélioration sur ceux de l'année précédente.

Les recettes ordinaires, prévues pour 16.900 fr., ont donné un excédant de 783 fr. 80.

La vente des publications, prévue pour 4.300 fr., a donné en plus 473 fr. 50.

D'autre part, on a réalisé sur les frais généraux prévus pour 10.000 fr., une économie de 526 fr. 17.

Et sur les frais de publications, prévus pour 14.692 fr. 55 une économie de 5.323 fr. 85.

Le solde en caisse au 1er Janvier 1892 était de 3.492 fr. 45, mais il restait à régler 1.933 fr. 90 de dépenses arriérées, ce qui réduisait le solde disponible à 1.558 fr. 55.

L'encaisse du budget au 31 Décembre 1892 était de 4.632 fr. 12 ; les règlements arriérés sont estimés par M. le Trésorier à 3.300 fr., laissant ainsi un solde disponible de 1.332 fr. 12, en diminution probable de 226 fr. 43, sur celui du 1er Janvier 1892 ; mais il a été placé par contribution du budget une somme de 2.475 fr. 10, représentant à peu de chose près le chiffre des cotisations anticipées (2.580 fr.)

En résumé, l'excédant des dépenses sur les recettes (2.155 fr. 05), constaté pour l'exercice précédent, et résultant du report de la

Tableau n° 1 **Rapport de la Commission de Comptabilité**

RECETTES

1° Ordinaires		
Revenus	4.504,35	
Cotisations, droits d'entrée et divers	13.179,45	17.683,80
2° Vente des publications		
Bulletin, compte-rendu, mémoires	3.350,70	
Ouvrages de Fontannes	422,80	
Souscription ministérielle	1.000 »	4.773,50
3° Locatives		
Produit des sous-locations	» »	3.400 »
4° Compte capital		
Cotisations à vie	800 »	
Don Virlet d'Aoust	1.200 »	
Remboursement d'obligations	489,40	
Contribution Budget ordinaire	2.475,10	4.964,50
5° Fonds spéciaux		
Revenus en 1892 :		
A. Barotte	455,25	
B. Fontannes	650 »	
C. Viquesnel	332,25	1.437,50
6° Encaisse au 1er Janvier 1892		
Budget ordinaire	3.492,45	
Compte Capital	1.230,90	
Fonds spéciaux	1.229,12	5.952,47
		38.211,77

sur les comptes de l'Exercice 1892

DÉPENSES

1° Ordinaires. Frais généraux		
Personnel, loyer, chauffage et éclairage. .	10.222,65	
Mobilier et bibliothèque.	1.088,40	
Frais de bureau, port du bulletin, mémoires, affranchissements.	1.562,78	12.873,83
2° Frais des publications		
Arriéré, bulletin et réunion extraordin^re.	1.933,90	
Exercice courant, bulletin et réunion extraordinaire	6.877,55	
Compte-rendu sommaire	557,25	9.368,70
3° Extraordinaires		
Contribution Budget ordin^re (placements) .	» »	2.475,10
4° Compte capital		
Achat de 3 obligations P. L. M.	1.335 »	
Achat de 150 fr. de rente 3 °/₀.	4.860,40	6.195,40
5° Fonds spéciaux		
Achat de 27 fr. de rente 3 °/₀.	» »	859,30
6° Encaisse au 31 Décembre 1892		
Budget ordinaire	4.632,12	
Fonds spéciaux.	1.807,32	6.439,44
		38.211,77

Tableau n° 2 — **Comptes de 1892 et projet**

RECETTES	1er nov. 1890 31 oct. 1891	PRÉVUES pour 1892	1892	PRÉVUES pour 1893
1° Ordinaires				
Revenus nets	4.500,90	4.500 »	4.504,35	4.650 »
Cotisations arriérées	599,15	330 »	400 »	400 »
» courantes	11.940 »	9.660 »	9.778,50	9.650 »
» anticipées	390 »	2.010 »	2.580 »	2.000 »
Droits d'entrée	400 »	400 »	420 »	400 »
Divers	317,10	» »	» 95	»
	18.147,15	16.900 »	17.683.80	17.100 »
2° Vente des Publications				
Bulletin	2.687,50	2.500 »	3.120,10	2.700 »
Compte-rendu sommaire	336,85	300 »	200,60	»
Mémoires	324,50	300 »	245,25	200 »
Ouvrages de Fontannes	332,60	200 »	422,80	300 »
Souscription ministérielle	1.000 »	1.000 »	1.000 »	1.000 »
	4.681,35	4.300 »	4.988,75	4.000 »
Total des Recettes	22.828,50	21.200 »	22.672,55	21.100 »
Frais généraux à retrancher	9.949,48	10.000 »	9.473,83	9.700 »
Dotation des publications	12.879,02	11.200 »	13.198,72	11.400 »
En caisse au commencement de l'exercice	3.480,30		3.492.45	4.632,12
			16.691,17	16.032,12
A retrancher, vente Mémoires, versé par Baudry en 1893.			215,25	170,25
Actif disponible			16.475.92	16.202,37

de budget pour 1893

DÉPENSES	1er nov. 1890 31 oct. 1891	PRÉVUES pour 1892	1892	PRÉVUES pour 1893
1° Frais Généraux				
Personnel, appointements	1.500 »	1.500 »	1.500 »	1.500 »
Gratification et rappel	200 »	300 »	340 »	300 »
Loyer effectif	4.364,65	4.600 »	4.245,40	4.250 »
Chauffage et éclairage	775,60	750 »	737,25	750 »
Mobilier	619,90	450 »	514,30	500 »
Bibliothèque	556,10	600 »	574,10	800 »
Frais de bureaux	538,45	500 »	382,15	400 »
Port du Bulletin et des Mémoires .	1 083,30	800 »	895,75	900 »
Port de lettres	257,09	350 »	254,38	250 »
Divers	54,39	150 »	50,50	100 »
TOTAL	9.949,48	10.000 »	9.473,83	9.700 »
2° Frais des Publications				
Arriéré { Bulletin	XVIII 1.509,90	XIX 2.250 »	XVIII 41,25	XX 3.300 »
Arriéré { Réunion extraordinaire . .	XVII 609,20		XIX 1.892,65	
Exercice courant { Réunion extraordinaire . .	XVIII 3.280,15	11.992,55	XIX 3.526,50	12.302,37
Exercice courant { Bulletin	XIX 8.446,65		XX 3.351,05	
Compte-rendu sommaire		450 »	557,25	600 »
		14.692,55	9.368,70	
3° Dépenses extraordinaires (placement)			2.475,10	
En caisse en fin d'exercice			4.632,12	
TOTAL ÉGAL			16.475,92	16.202,37

clôture du dit exercice au 31 Décembre 1891, se trouve compensé par un excédant inverse au 31 Décembre 1892.

La totalité des fonds placés en 1893, avec les recettes du budget ordinaire, du compte capital, et des fonds spéciaux, s'élève au chiffre de 9.529 fr. 80.

Ces résultats favorables témoignent de la vigilance et du zèle apportés par M. le Trésorier à la gestion de vos intérêts.

Votre Commission vous propose d'approuver les comptes de 1892 et de voter des remerciements tout spéciaux à M. le Trésorier.

A. PARRAN, SCHLUMBERGER.

Le Président, au nom de la Société géologique, s'associe à la commission de comptabilité, pour remercier le Trésorier de son dévouement.

ÉTUDE SUR LES OS DU PIED DES MAMMIFÈRES DE LA FAUNE CERNAYSIENNE ET SUR QUELQUES PIÈCES OSSEUSES NOUVELLES DE CET HORIZON PALÉONTOLOGIQUE,

par M. LEMOINE (1).

(Pl. IX-XI).

Les pièces osseuses nouvellement recueillies dans l'Éocène inférieur de Cernay sont venues compléter les notions que nous avions déjà pu acquérir sur la conformation toute spéciale du pied des Mammifères de cette faune si ancienne, puisqu'elle paraît correspondre à la faune de Laramie de l'Amérique du Nord, que l'on considère comme crétacée. Le professeur Marsh n'ayant encore décrit, ni figuré, sauf un calcaneum, aucun os des extrémités des membres, et ces mêmes pièces osseuses étant jusqu'ici absolument inconnues pour les Mammifères mésozoïques proprement dits, on peut considérer dans l'état actuel de nos connaissances paléontologiques, la description et les figures que nous allons donner comme se rapportant à la conformation la plus anciennement connue du pied du type Mammifère (2).

Une portion considérable d'un maxillaire inférieur (Pl. IX, fig. 1) m'a permis de constater la présence d'un nouveau type de Mammifère associant aux caractères des *Plesiadapis* proprement dits quelques-uns de ceux des Crêodontes. Aussi je proposerai pour ce genre le nom de *Creoadapis*.

Des dents absolument intactes (Pl. IX, fig. 2) du type carnassier que nous avions identifié au *Dissacus* américain nous indiquent des

(1) Communication faite dans la séance du 7 Novembre 1892. Manuscrit remis le 20 novembre 1893. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 30 Janvier 1894.

(2) Comme pour les figures des planches de nos études paléontologiques antérieures, la même pièce osseuse se trouve désignée par le même chiffre. Les lettres s, u, e, i, a, p, qui accompagnent ce chiffre indiquent si la pièce est vue par sa face supérieure, inférieure, par son bord externe, interne, par son extrémité antérieure ou postérieure. La lettre n s'applique à la pièce figurée avec ses dimensions naturelles.

différences qui nous semblent nécessiter la dénomination de *Plesidissacus*.

Les notions nouvelles que nous avons pu acquérir sur le groupe des Oiseaux sont assez nombreuses. En effet, nous connaissons maintenant la presque totalité de l'aile et du membre inférieur de l'*Eupterornis*, la mandibule inférieure, plusieurs vertèbres et une grande partie des os de la patte du *Remiornis* et enfin une portion du sacrum et la presque totalité de l'aile du *Gastornis*. Ces pièces nouvelles seront prochainement décrites et figurées dans un travail d'ensemble sur les vertébrés de l'Eocène inférieur du bassin parisien.

Dans la présente étude, je me limiterai à la description du métacarpe (Pl. XI, fig. 3) de ce type ornithologique si intéressant.

Je terminerai enfin par l'examen de plusieurs pièces de la base du crâne du *Simœdosaure* (Pl. 3, fig. 4, 5 et 6), pièces qui me paraissent offrir un véritable intérêt à la fois au point de vue de ce type reptilien et de la théorie générale des vertèbres crâniennes.

LES OS DU PIED DES MAMMIFÈRES DE LA FAUNE CERNAYSIENNE

(Pl. IX, fig. 3 à 29; Pl. X. Pl. XI, fig. 1-2).

La nature des couches sablonneuses dans lesquelles se rencontre la presque totalité des pièces osseuses de la faune cernaysienne s'est opposée jusqu'ici à la découverte en connexion des pièces osseuses de cette partie si importante du membre.

Les couches du conglomérat donneront peut-être quelque jour des résultats plus favorables à ce point de vue, bien que les fragments calcaires qui les constituent soient généralement dissociés, de volume médiocre et fort pauvres en pièces osseuses, dont

C'est ainsi que je crois pouvoir rapporter au genre *Pleuraspidotherium* les pièces (pl. IX, fig. 3 à 13), au genre *Orthaspidotherium* les pièces (pl. IX, fig. 14 à 27), au genre *Arctocyon* les pièces osseuses (pl. X, fig. 1 à 10). La difficulté d'attribution paraît au premier abord plus grande pour le *Plesiadapis* dont les dimensions correspondent à peu près à celles du *Pleuraspidotherium*. Mais le genre *Plesiadapis* se rencontrant à la fois dans la faune cernaysienne et dans la faune agéienne, nous trouvons là un élément de comparaison qui nous permet de rapporter à ce type les pièces osseuses (pl. IX, fig. 28; pl. X, fig. 12-13), provenant de la faune cernaysienne, et les astragales (pl. X, fig. 14-15) provenant de la faune agéienne.

Le calcaneum (pl. XI, fig. 1), et l'astragale (pl. X, fig. 16), par suite de leurs dimensions si exiguës, peuvent être rapportés vraisemblablement à l'*Adapisorex*. Quant à l'étrange calcaneum (pl. 3e, fig. 2), nous serions fort porté à l'attribuer au *Neoplagiaulax*; il paraît effectivement de forme essentiellement atavique, et il ne laisse pas que de rappeler le calcaneum figuré par M. Marsh.

Si l'attribution des pièces osseuses du pied à tel ou tel type bien défini présente déjà une réelle importance pour l'étude même de ces types, la constatation des caractères généraux de cette extrémité du membre a une valeur certainement supérieure, et pour les Mammifères si anciens qui nous occupent, nous allons trouver dans la conformation de certaines pièces osseuses du pied à la fois des caractères de similitude entre les divers types de la même époque et de dissemblance tranchée par rapport aux types postérieurs. Il en résulte des éléments d'étude qui ne le cèdent pas en importance aux données fournies par l'examen des dents.

Recherchons tout d'abord quels étaient *le nombre et le volume proportionnel des doigts* des Mammifères de Cernay, car on sait combien ces données sont capitales au point de vue de l'évolution qui les a sans cesse modifiées dans les séries successives des types mammalogiques.

Les pièces osseuses qui représentent le pouce, étant les premières à disparaître durant le travail de réduction des doigts, et les premiers métacarpiens étant toujours faciles à reconnaître, leur présence nous indique immédiatement que nous avons affaire à des types pentadactyles.

Or, nous avons pu recueillir pour le *Pleuraspidotherium*, le 1er métacarpien (pl. IX, fig. 5) et le 1er métatarsien (fig. 12), pour

l'*Orthaspidotherium*, le 1er métacarpien (fig. 22), le 1er métatarsien (fig. 23). De même pour l'*Arctocyon*, le 1er métacarpien se trouve représenté (pl. X, fig. 3), et le 1er métatarsien (fig. 6). La rareté proportionnelle des autres types explique facilement comment jusqu'ici ces pièces n'ont pas encore été rencontrées, et l'on peut conclure avec toute vraisemblance que le type mammifère avait, à cette époque, cinq doigs à la fois à la main et au pied.

La constatation directe du 5me doigt par la découverte d'un 5e métacarpien ou d'un 5me métatarsien a pu également être faite parfois, et nous donnons à ce point de vue la figure d'un 5me métacarpien bien intact de l'*Arctocyon* (pl. X, fig. 5) et une extrémité supérieure du même os du *Pleuraspidotherium* (pl. IX, fig. 7).

Le volume relatif des 1ers métacarpiens (pl. IX, fig. 5 — pl. X, fig. 3), des 1ers métatarsiens (pl. IX, fig. 12-23 — pl. X, fig. 6) et des 5mes métacarpiens (pl. IX, fig. 7— pl. X, fig. 5) comparés aux métacarpiens du centre de la main (pl. IX, fig. 6 — pl. X, fig. 4) et du pied (pl. IX, fig. 13-24 — pl. X, fig. 7), nous indique une évolution encore bien peu avancée et qui contraste certainement avec la réduction déjà si accentuée des mêmes pièces osseuses du *Phenacodus*. Cette constatation nous avait déjà depuis longtemps vivement frappé, et nous avions cru pouvoir nous appuyer sur ce caractère de si grande importance pour affirmer que les Mammifères de Cernay étaient apparus avant les Mammifères de Puerco, et que la faune cernaysienne était d'une date antérieure.

Cette déduction, tout d'abord purement théorique, s'est trouvée depuis confirmée par la découverte des Mammifères crétacés, faite en Amérique, par M. le Professeur Marsh. Or, nous avons démontré, dans un travail antérieur, combien les Mammifères crétacés d'Amérique présentent d'analogie avec les Mammifères de Cernay. Nous

était-elle générale chez tous les types de cette époque ? Etait-elle, d'une autre part, en rapport avec des habitudes aquatiques ?

La conformation des métacarpiens et des métatarsiens, et notamment de leurs extrémités articulaires proximales, rappelle beaucoup celle des mêmes pièces osseuses chez les types pentadactyles actuels, et sans entrer dans des détails de pure anatomie descriptive, nous pouvons affirmer qu'il est possible d'assigner à chacune de ces pièces trouvées isolément sa valeur et sa place.

Une constatation, en effet, qui nous paraît d'un grand intérêt, c'est l'uniformité de constitution des métacarpiens et métatarsiens chez le type pentadactyle quel que soit le moment de son apparition, car il y a là, en dehors de l'action du travail évolutif, une disposition qui paraît tenir au mode d'assemblage, en rapport lui-même avec le fonctionnement des parties. Le pied d'un Mammifère à 5 doigts, à 4 doigts ou à 3 doigts doit répondre à des lois d'équilibre qui ont, pour ainsi dire, leur contre-coup non seulement sur le tarse et le carpe, mais même sur les os de la jambe et de l'avant-bras, de la cuisse et du bras. Ainsi s'expliquent les modifications si importantes qui se produisent dans les pièces osseuses de ces divers segments, rien que par le fait de la modification du nombre et des proportions relatives des doigts de la main et du pied.

Si nous recherchons quel était le *rôle du pouce* chez nos Mammifères anciens de Cernay, nous constatons que la surface articulaire proximale des 1ers métacarpiens (pl. IX, fig. 5-22 — pl. X, fig. 3), et métatarsiens (pl. IX, fig. 12-23 — pl. X, fig. 6), indique plus de mobilité que pour les autres doigts, mais que les mouvements étaient malgré tout bornés, et il nous paraît difficile d'assigner au 1er doigt un rôle comparable à celui qu'il remplit actuellement, comme organe de préhension chez les Singes et les Lémuriens.

L'examen des métacarpiens et des métatarsiens de l'*Arctocyon* (pl. X, fig. 4-7) indique que la partie correspondante des membres était courte, trapue, et jusqu'à un certain point, comparable à ce que nous présente actuellement le type Urside.

L'*Arctocyon* était-il par suite plantigrade ?

Chez le *Pleuraspidotherium* (pl. IX, fig. 13) et l'*Orthaspidotherium* (pl. IX, fig. 24), le pied était beaucoup plus allongé.

Ces mêmes caractères se retrouvent sur les os des *phalanges* fortes massives à attaches ligamentaires et tendineuses accentuées chez l'*Arctocyon* (pl. X, fig. 8-9-10). Réciproquement, les doigts du *Pleuraspidotherium* (Pl. IX, fig. 8-9-10) et de l'*Orthaspidotherium*

(Pl. IX, fig. 25-26-27), devaient avoir beaucoup moins de force relative.

La phalange (pl. IX, fig. 28) que nous rapportons au *Plesiadapis* est remarquable par les saillies de ses bords latéraux.

La phalangine (pl. IX, fig. 29) nous paraît également intéressante par suite de sa conformation spéciale, qui semble déjà indiquer la possibilité du redressement relatif de la phalange onguéale.

Si nous envisageons maintenant la *phalange onguéale* elle-même, nous devons reconnaître combien devait être rare, à cette époque, le type *acuti-unguiculé*, actuellement si répandu. Nous avons figuré (pl. IX, fig. 30) le seul fragment rappelant cette conformation que nous ayons jamais rencontré durant nos recherches dans les couches de Cernay.

En revanche, les types *fissi-unguiculé* (pl. X, fig. 10) et *ali-unguiculé* (pl. IX, fig. 10-27), sont relativement nombreux. Ces expressions, que nous avons déjà proposées, il y a plusieurs années, s'expliquent facilement par la vue même des pièces.

Le type fissi-unguiculé peut être considéré, jusqu'à un certain point, comme caractéristique des Créodontes, aussi bien en Amérique qu'en France. La phalange onguéale de l'*Arctocyon* (pl. X, fig. 10), outre sa fissure distale si accentuée, est remarquable par la saillie sous forme de talon qui indique la puissance du tendon d'attache correspondant (fig. 10^{c} -10^{u}).

Le type ali-unguiculé nous paraît beaucoup plus spécial pour la faune cernaysienne (pl. IX, fig. 10-27). Son grand intérêt consiste dans l'association du type onguiculé, accusé par l'arête arrondie, saillante et acuminée de sa face dorsale, et du type ongulé, qui commence à se révéler par l'apparition de 2 ailettes latérales, simples et encore grêles chez l'*Orthasnidotherium* (pl. IX, fig. 27), plus

Nous avons figuré (pl. IX, fig. 3) le calcaneum du *Pleuraspidotherium* avec ses dimensions naturelles ; de même trois calcaneums (fig. 14-15-16) quelque peu différents nous semblent pouvoir être rapportés au genre *Orthaspidotherium* (sauf la fig. 16 peut-être rapportable au *Plesiadapis*), et contribueraient à nous faire admettre plusieurs espèces dans ce genre. Les détails de configuration de l'os peuvent être mieux saisis sur la figure 14, un peu grossie.

La comparaison des figures 3 et 14 nous montre que les différences tranchées, déjà accusées par la dentition, entre le *Pleuraspidotherium* et l'*Orthaspidotherium*, se retrouvaient dans la constitution de cette partie du pied. Sur la planche X, fig. 1, est représenté avec ses proportions massives et ses larges surfaces d'articulation astragalienne le calcaneum de l'*Arctocyon*.

Sur la planche XI, fig. 1, nous donnons un calcaneum remarquable à la fois par ses dimensions fort restreintes et par l'élargissement de son bord antérieur, ce bord se trouvant relativement plus étroit sur la même pièce osseuse du *Pleuraspidotherium* (pl. IX, fig. 3) et surtout de l'*Arctocyon* (pl. X, fig. 1) et de l'*Orthaspidotherium* (pl. IX, fig. 14). Il en est de même des deux expansions antéro-latérales (pl. XI, fig. 1), presque égales dans le type de petit volume que nous croyons pouvoir attribuer à l'*Adapisorex*, sensiblement inégales dans les autres formes, où l'expansion articulaire astragalienne est de beaucoup la plus développée.

Quoiqu'il en soit, tous ces types de calcaneum rentrent bien dans la forme habituelle et pour ainsi dire normale de cet os du pied chez les Mammifères.

Il n'en est plus de même pour la pièce osseuse figurée (pl. XI, fig. 2) et l'examen attentif du dessin, assez fortement grossi, fera aisément saisir la conformation si spéciale des expansions antéro-latérales, dont l'une, plus saillante, se recourbe sous forme de languette, la disposition massive de l'extrémité antérieure de l'os, les dimensions restreintes de la surface articulaire astragalienne médiane, le développement de la partie postérieure de l'os qui semble indiquer une grande force relative dans le tendon qui venait s'y fixer

L'étrangeté même de l'os nous porterait à le rapporter au *Neoplaulax* dont les dents sont également si étranges, d'aspect si atavique si l'on se reporte aux types si anciens auxquels il semble associé.

Nous arrivons maintenant à la pièce osseuse du pied qui, par la singularité de sa configuration, peut être considérée comme une des conformations les plus caractéristiques des Mammifères de cette

époque si reculée. Nous voulons parler de l'*astragale*, et un simple coup-d'œil jeté sur ceux de ces os figurés sur les planches IX et X suffira pour fixer les idées à ce sujet. Toutes ces pièces osseuses appartiennent à la faune cernaysienne, sauf les astragales figurées (pl. X, fig. 14-15) qui ont été recueillies dans la faune agéienne et que je crois pouvoir rapporter à des types assez étroitement alliés à ceux de Cernay, c'est-à-dire au *Plesiadapis* (fig. 14) et au *Protoadapis* (fig. 15).

Partout l'astragale est remarquable par son élongation certainement inconnue dans les types d'un âge plus récent, par le volume relatif de son extrémité distale, qui, souvent, est égal à celui de l'extrémité proximale, en contact avec le tibia. Partout, sauf chez le *Plesiadapis* (pl. X, fig. 13-14), cette extrémité proximale offre une perforation dont je n'ai constaté la présence à aucune autre époque géologique. Toutes ces astragales, enfin, rentrent absolument dans le type *condylarthra*. L'importance de ces pièces nous a paru telle, que nous avons tenu à les figurer de grandeur naturelle ou grossies et vues par leurs deux faces, afin que l'on puisse bien se rendre compte de la nature de leurs points de contact avec le tibia, le calcaneum et l'os naviculaire.

Nous rapportons au *Pleuraspidotherium* la pièce (pl. IX, fig. 4); son col est de grandeur moyenne, son extrémité distale, assez régulièrement arrondie, est fort intéressante à comparer à la même portion aplatie chez le Pachynolophe de la faune agéienne, qui semble bien en dériver, ainsi que l'indique les caractères comparés de la dentition, le Pachynolophe paraissant lui-même être la souche des Pachydermes à doigts impairs, au moins pour nos régions européennes.

Le *Pleuraspidotherium* offre donc ce caractère éminemment inté-

Protodichobune, le point de départ probable pour notre continent de la série des Pachydermes à doigts pairs.

L'astragale de l'*Arctocyon* (pl. X, fig. 2) est remarquable par ses proportions massives, la brièveté de son col et le développement si spécial de son extrémité distale presque absolument sphérique.

L'astragale (pl. X, fig. 11), plus aplati, à extrémité distale moins volumineuse, peut peut-être être rapporté au *Plesidissacus*.

La pièce osseuse représentée (pl. X, fig. 12), offre quelque analogie de forme, bien qu'elle soit plus allongée et moins aplatie. Faut-il la rapporter au *Créoadapis* ? Elle rappelle effectivement, sous certains rapports, les astragales (pl. X, fig. 13-14), que nous croyons provenir du genre *Plesiadapis* de la faune cernaysienne (fig. 13), de la faune agéienne (fig. 14).

La différence de forme de ces deux dernières pièces osseuses, rapprochée de celle des incisives, nous confirme dans notre opinion, qu'il s'agit là de deux sous-genres bien distincts, appartenant chacun à une faune différente.

L'examen des figures que nous donnons de ces singulières pièces osseuses permet d'en faire saisir les caractères si spéciaux d'allongement, notamment au niveau du col.

D'une autre part, nous serions porté à attribuer au *Protoadapis* de la faune agéienne, la pièce (pl. X, fig. 15) qui se distingue nettement par la profondeur des surfaces articulaires de son extrémité proximale.

L'astragale (Pl. X, fig. 16) n'est pas moins caractérisé par le défaut de son col. Ses dimensions si restreintes nous le font rapporter à l'*Adapisorex*.

Genre Creoadapis

(Pl. IX, fig. 1^{a}, 1^{a_1}, 1^{c}, 1^{d}, 1^{b})

Les caractères de ce nouveau type générique sont basés sur l'étude d'un fragment de mandibule portant 4 dents d'une conservation absolument parfaite et susceptibles d'être étudiées dans leurs moindres détails.

Les 2 arrière-molaires conservées sont la 1re et la 2^{e} de la série, la 3e n'étant représentée que par une de ses alvéoles. La forme générale de ces dents rentre bien dans le type *Plesiadapis* et *Protoadapis*. Nous y trouvons en effet une cupule postérieure limitée par des denticules postérieurs. Mais ici ces denticules sont moins nombreux et plus distincts. Il y en a 2 plus gros et un médian beaucoup plus petit (1^{a}). Les denticules antérieurs dans le nouveau

genre sont au nombre de deux et forment un promontoire beaucoup plus surbaissé que dans les types précédemment décrits.

Les prémolaires étaient au nombre de trois, ainsi que l'indique une alvéole précédant les deux dents conservées en place. Chez le *Plesiadapis*, il n'y avait que deux prémolaires étroites, à promontoire antérieur saillant, conoideal.

Dans le nouveau genre, au contraire, ces dents sont allongées, aplaties. Leur grand promontoire antérieur et leur court talon postérieur bien tranchants sont accompagnés de fort petits denticules intermédiaires, hérissant pour ainsi dire la partie correspondante de la dent.

Ces prémolaires rappellent donc le type créodonte, si bien caractérisé dans nos contrées par le genre *Arctocyon* et qui associe aux formes tranchantes des dents de nos Carnassiers actuels, les mamelons multiples que l'on trouve plutôt durant les périodes consécutives dans le type pachyderme du groupe des Porcins.

Le nom de *Creoadapis* nous paraît exprimer les caractères multiples de ce nouveau type générique qui rappelle si bien les formes complexes que nous sommes habitués à rencontrer dans cette faune ancienne ; nous proposerons comme nom spécifique : *Creoadapis Douvillei*.

Genre Plesidissacus

(Pl. IX, fig. 2e-2^i)

Ce type générique se trouvait déjà représenté dans notre collection par une portion considérable de mandibule offrant 4 dents en place, à savoir les 3 arrière-molaires et la dernière prémolaire, cette dernière étant précédée de plusieurs alvéoles. La couche d'émail des couronnes de ces dents se trouvant un peu corrodée sur cer-

semble que nous assistions là, au point de vue de la dentition, à un travail évolutif analogue à celui que nous indiquions plus haut pour les phalanges ali-unguiculées de cette faune cernaysienne si intéressante à ce point de vue.

Le promontoire antérieur des arrière-molaires, dont nous nous occupons, est suivi d'un talon sous forme de croissant, entaillé par une légère cupule. Cette cupule disparaît presque complètement sur la 4me prémolaire, dont le promontoire antérieur paraît également indivis.

Ces caractères, bien que se retrouvant jusqu'à un certain point chez le *Dissacus* américain, nous paraissent néanmoins trop différer pour que nous conservions le même nom générique, et la dénomination de *Plesidissacus* nous paraît exprimer à la fois ces analogies et ces différences. Nous conserverons au nouveau type la dénomination spécifique, précédemment proposée. Ce sera le *Plesidissacus europeus*.

LE MÉTACARPE DU GASTORNIS

(Pl. XI, fig. 33*)

La constitution de cette nouvelle pièce osseuse semble, au premier abord, en contradiction absolue avec le mode de conformation que devaient faire prévoir les principes mêmes de l'évolution. Ne semblait-il pas logique d'admettre la non-soudure ou du moins la soudure très incomplète des pièces du carpe chez un type ornithologique aussi ancien? Or, la fusion de ces pièces osseuses est poussée à un point tel que c'est à peine si de légers pertuis indiquent la séparation première. Il ne nous paraît pas qu'aucun type ornithologique actuel, sauf le Casoar, présente une fusion aussi absolue. Chez l'Autruche et l'Emeu, comparables comme dimensions, les pièces constitutives du métacarpe sont largement séparées, sauf à leurs extrémités.

Mais si nous avons lieu de nous étonner en nous bornant à ne considérer que le point de vue évolutif, la conformation si spéciale de l'aile du *Gastornis* ne s'expliquerait-elle pas tout naturellement par le rôle que devait remplir ce membre, sans doute dans la natation? car au point de vue du vol son action ne pouvait être que nulle.

Effectivement la totalité du membre supérieur du *Gastornis*, dont nous connaissons bien maintenant l'humérus et le radius, est courte, ramassée et en même temps puissante, ainsi que l'indiquent les surfaces articulaires, à coup sûr plus accentuées que chez nos

grands oiseaux coureurs actuels. Ceux-ci utilisent leurs ailes pour accélérer leur marche, la longueur relative de l'humérus favorisant cette action limitée qui peut s'exercer même avec des surfaces articulaires relativement frustes.

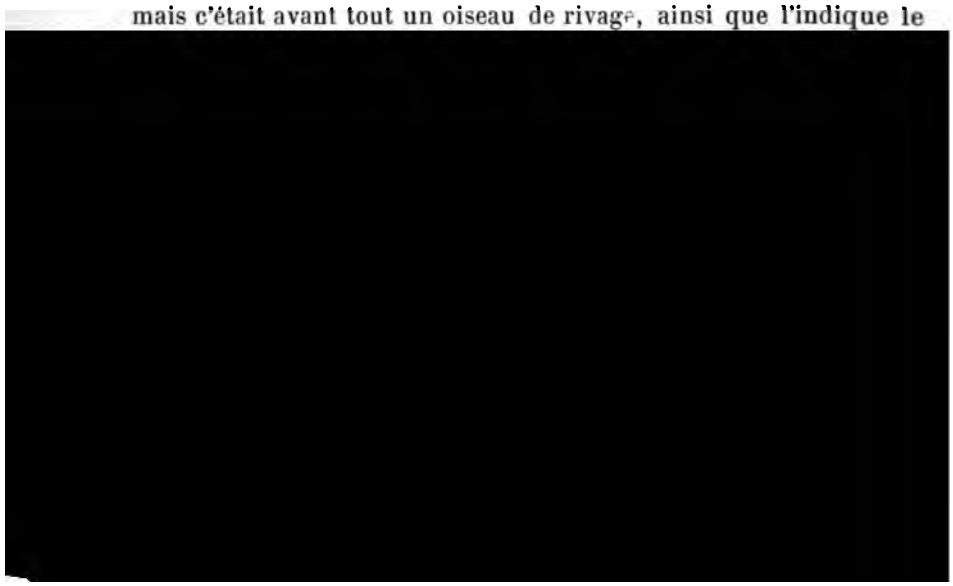
L'effort nécessité pour agir sur l'eau semble devoir être au contraire plus énergique. Le membre a besoin de moins de longueur mais de plus de force. Son amplification doit porter surtout sur la partie terminale de la palette natatoire. Or, le pouce du *Gastornis* devait être relativement développé, ainsi que l'indique la surface articulaire correspondante du métacarpe. Les os des phalanges proprement dites que nous avons pu recueillir sont relativement grands et forts.

Il est intéressant de comparer, au point de vue des dimensions relatives des divers segments de l'aile, le type essentiellement nageur de l'époque actuelle, c'est-à-dire le Manchot, à un type coureur comme l'Autruche et l'Emeu.

Chez le Manchot, la main proprement dite est presque aussi longue que l'avant-bras et le bras réunis, d'où la proportion de 1 à 1. Chez l'Autruche, la main égale en longueur l'avant-bras, mais celui-ci est près de 3 fois plus court que le bras, ce qui établit la proportion de 1 à 4.

Chez l'Emeu, l'avant-bras est 1 fois 1/2 et le bras plus de 2 fois plus long que la main, d'où à peu près la même proportion.

Certes, à ne considérer que les vastes dimensions du Gastornis, nos recherches comparatives semblent tout d'abord devoir porter sur nos grands oiseaux coureurs actuels, et il est très vraisemblable que les pattes si puissantes et si développées de l'oiseau de Cernay devaient lui prêter, dans une certaine mesure, un rôle analogue ; mais c'était avant tout un oiseau de rivage, ainsi que l'indique le



La base du crâne du Simœdosaure

(Pl. XI, fig. 4^s-4e-4^u-5-6^s-6^u)

La pièce osseuse que nous figurons (pl. XI, fig. 4^s-4e-4^u), est absolument intacte dans toutes ses parties et dans tous les détails de sa face supérieure, intra-crânienne (4^s). Elle est formée de deux bases de vertèbres crâniennes (A-P) se faisant suite au niveau de leur face inférieure, et emboîtant pour ainsi dire leurs expansions latérales ou apophyses transverses (t-fig. 4e-4^u), mais profondément séparées au niveau de leur face supérieure (4^s). La fosse de séparation (F) qui en résulte, atténuée sur la ligne médiane (F', fig. 4e), s'accentue de chaque côté de façon à présenter deux dépressions latérales (F. fig. 4^s) de forme irrégulièrement ovalaire à grand axe divergent en arrière et en dehors.

Les différents détails de ces dépressions pourront être étudiés sur les figures 4^s-4^c. Les points particulièrement intéressants à considérer sont en rapport avec le bord antérieur de la pièce basilaire crânienne postérieure (P) et surtout avec le bord postérieur de la pièce basilaire plus antérieure (A).

Nous trouvons effectivement en ce point (0-fig. 4^s) des portions arrondies à demi saillantes qui, sur la ligne médiane, constituent un gros mamelon bilobé (O', fig. 4e) absolument comparable, sauf ses dimensions restreintes, au condyle occipital lui-même (C) avec lequel il est en position tout à fait symétrique.

Mais là ne se bornent pas les analogies de constitution des deux pièces crâniennes basilaires. La partie médiane saillante (LO) de la face supérieure du basi-occipital se retrouve beaucoup plus rétrécie, il est vrai, sur la pièce qui la précède (LS fig. 4e), et les surfaces articulaires (SO) du basi-occipital destinées à recevoir les occipitaux latéraux se reconnaissent également sur la pièce antérieure (SS), une dépression longitudinale terminée par une sorte de cul de sac antérieur, muni d'un pertuis (D L), s'interposant ici entre la fossette articulaire latérale et la saillie médiane longitudinale. L'extrémité antérieure (T) de cette avant-dernière portion de la base du crâne peut être bien étudiée sur une pièce (fig. 5), recueillie déjà depuis longtemps, mais où la pseudo-apophyse occipitale n'avait pas été conservée, sans doute par suite de la fracture qui avait séparé les deux pièces basilaires, adhérentes sur le nouvel échantillon (Fig. 4). Il est particulièrement intéressant au point de vue théorique de mettre en ligne ces pièces basilaires crâniennes avec la série des vertèbres rachidiennes. Toutes les mêmes parties homologues se

révèlent en effet, de la façon la plus nette; et sur ce type si atavique, encore si peu modifié, s'affirme d'une façon précise la théorie des vertèbres crâniennes autrefois si en faveur et actuellement si démodée.

Certes, nous ne contestons pas la valeur des données embryologiques sur lesquelles on s'appuie pour combattre cette théorie, tout d'abord tellement en vogue qu'elle avait été poussée évidemment à l'extrême et qu'on avait voulu, de la façon la plus arbitraire, faire rentrer dans le cadre des vertèbres crâniennes des segments de la tête qui échappaient par leur nature à toute tentative de ce genre.

Mais ces données embryologiques, constatées chez nos animaux actuels, sont-elles absolument démonstratives pour les époques antérieures? la constitution de la masse unique qui représente, dans ses premières périodes de développement, cette portion du crâne chez les Vertébrés contemporains ne peut-elle pas être expliquée par les phénomènes actuellement si connus d'embryologie condensée, des phases successivement distinctes chez certains types pouvant, chez des espèces très voisines, se succéder avec une rapidité telle que plusieurs d'entr'elles paraissent faire défaut.

Quoiqu'il en soit, chez le Simœdosaure, si nous envisageons la face supérieure des Vertèbres rachidiennes, nous rencontrons de chaque côté une facette articulaire assez régulièrement arrondie et qui est destinée à recevoir les extrémités inférieures de l'arc neural. Ces deux facettes articulaires pour l'arc neural ou arcneuraliennes sont séparées l'une de l'autre par une dépression longitudinale profonde, subdivisée elle-même en deux gouttières étroites par une crête saillante médiane.

Ces gouttières dirigées selon le grand axe de la vertèbre, ou gouttières axiales, présentent un certain nombre de pertuis vascu-

transverses, partout bien indépendantes. Sur les vertèbres crâniennes, ces apophyses transverses (T, fig. 4ᵉ-4ᵘ) se retrouvent facilement, mais elles ont perdu leur indépendance réciproque et elles s'emboîtent pour ainsi dire l'une dans l'autre, l'apophyse transverse du basi-occipital se trouvant recouverte en grande partie par la même apophyse de la pièce qui le précède.

L'extrémité antérieure et l'extrémité postérieure des vertèbres rachidiennes ont la plus grande analogie de forme et sont légèrement concaves. Sur le basi occipital il n'en est plus de même. L'extrémité postérieure devant exécuter des mouvements spéciaux, s'arrondit et se projette en arrière, de façon à constituer le condyle occipital proprement dit (C). L'extrémité antérieure, au contraire, s'allonge selon son diamètre transversal et présente une portion supérieure libre et une portion inférieure qui se soude à la pièce basilaire plus antérieure.

Celle-ci présente dans la configuration de son extrémité postérieure (O, fig. 4ᵉ) la disposition la plus inattendue et pourtant la plus logique, puisqu'on y retrouve en réduction (O') la configuration du condyle occipital avec sa fissure médiane. L'extrémité antérieure de la même pièce basilaire s'allonge et se termine par une sorte d'éperon trilobé (T) que l'on peut bien étudier sur la pièce (fig. 5).

Comment expliquer maintenant cette profonde dépression transversale (F) qui s'interpose entre les deux pièces basilaires crâniennes (A-P) de façon à constituer une disposition si inusitée !

Les caractères spéciaux de la surface de cette dépression rappellent complètement ceux des facettes articulaires arcneuraliennes, ce qui fait tout d'abord songer à l'existence d'une pièce osseuse superposée, plutôt qu'à celle de parties ligamenteuses ou purement cartilagineuses.

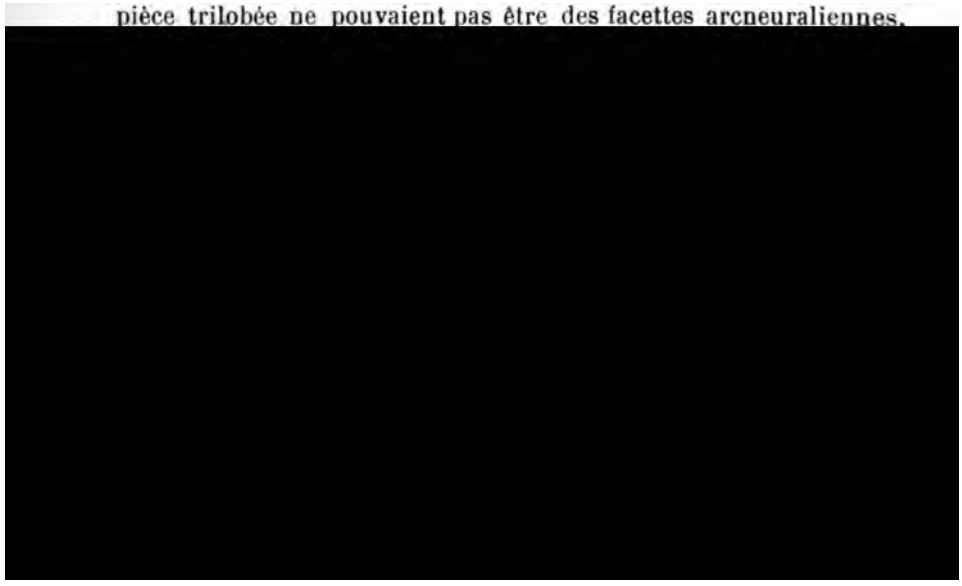
Or, cette pièce superposée, nous croyons l'avoir recueillie déjà depuis longtemps. Nous la figurons (fig. 6ᵉ-6ᵘ). Alors que nous ne possédions encore que la pièce (fig. 5), et que des portions brisées du basi-occipital, nous avions déjà émis l'opinion que cette pièce (fig. 6), d'aspect si inusité, devait s'intercaler entre ces deux pièces de la base du crâne, constituant ainsi un os nouveau, au moins par suite de son indépendance, mais vraisemblablement fusionné avec les pièces voisines à l'état normal, sur les crânes d'une évolution plus avancée. Cette opinion nous semble confirmée par la découverte de la pièce osseuse figurée (fig. 4) sur laquelle s'adapte bien la pièce osseuse (fig. 6) par sa face inférieure (fig. 6ᵘ) en tenant compte

du volume proportionnellement plus considérable de la pièce (6) qui paraît provenir d'un individu de taille un peu supérieure.

La pièce osseuse (fig. 6) est trilobée, ses parties latérales, ovalaires, avec un léger sillon transversal correspondant aux deux dépressions latérales de la dépression totale intra occipito-sphénoïdale (F, fig. 4). La partie médiane de la pièce trilobée se moule sur la saillie relative de la dépression intra craniobasilaire. Son extrémité postérieure arrondie empiète sur le bord correspondant du basi-occipital excavé en ce point.

Son extrémité antérieure se prolonge sur la partie correspondante de la pièce crânienne basilaire (A), le pseudo condyle articulaire (O') se trouvant reçu dans une légère dépression de la pièce (fig. 6^{u}) et les facettes latérales axiales logeant une portion saillante (S, fig. 6^{u}). Si nous envisageons la partie supérieure libre de la pièce trilobée qui nous occupe (fig. 6^{s}), nous y retrouvons également la partie médiane et les deux parties latérales, mais ici beaucoup moins convexes.

Quelle est la valeur de cette pièce osseuse trilobée à la fois superposée et interposée ? Faut-il y voir une portion simplement intercalaire et accessoire comme celles que l'on rencontre entre les vertèbres proprement dites. Faut-il la considérer comme une véritable pièce crânienne basilaire, dissimulée à sa partie inférieure par la réunion et la soudure en ce point de la pièce crânienne basilaire qui la précédait et de celle qui la suivait? Il existe en effet une assez grande analogie d'aspect entre la face supérieure du basi occipital (P.-fig. 4^{s}) et celle de la pièce trilobée (fig. 6^{s}) en question, l'une et l'autre se trouvant de même subdivisées en 3 portions, avec cette remarque toutefois que les 2 portions latérales de la pièce trilobée ne pouvaient pas être des facettes arcneuraliennes,



LES FORMATIONS MIO-PLIOCÉNIQUES EN RUSSIE,

par M. **D. SIDORENKO,**

Répétiteur de minéralogie à l'Université Impériale de la Nouvelle Russie à Odessa (1).

Les formations néogéniques du système tertiaire développées dans le bassin de Vienne, possèdent, comme on le sait, des analogies géologiques complètes avec les sédiments tertiaires de la Russie du Sud-Ouest et du Sud. Depuis longtemps déjà, l'attention des géologues a été attirée sur les lacunes dans la faune du bassin de Vienne, entre les couches à *Cérithes* (Miocène) et celles à *Congéries* (Pliocène).

La même lacune fut aussi constatée jusqu'en 1883 pour les sédiments russes qui y correspondent. Or, dans l'année sus-citée fut publiée l'œuvre du prof. I. Sinzow, intitulée : « *Explorations géologiques de la Bessarabie et de la région limitrophe du gouvernement de Cherson* » et c'est dans cet ouvrage qu'il a été démontré pour la première fois qu'il existait des formations intermédiaires entre les sédiments sarmatiques et pontiques (2), qui se trouvent dans la partie méridionale de la Bessarabie et du gouvernement de Cherson.

Dans le même ouvrage, le professeur I. Sinzow indiqua que le calcaire de Kertsch aussi devrait être considéré comme faisant partie du groupe des formations intermédiaires, ce qui fut peu après confirmé avec un plein succès par M. Andrussow. C'est ainsi que fut établi l'étage des sédiments intermédiaires entre les formations miocéniques et pliocéniques de la Russie du Sud. M. Andrussow donna à cet étage le nom spécial d'étage « *méotique,* » du mot grec « Maeotis » mer d'Azow. Il est encore impossible aujourd'hui de fixer d'une manière précise les limites de l'étendue

(1) Mémoire présenté dans la séance du 6 Novembre 1893. Manuscrit parvenu au Secrétariat le 10 juillet 1893. Épreuves corrigées par M. St. Meunier remises au Secrétariat le 9 février 1894. — M. Sidorenko n'étant pas membre de la Société, l'impression de ce mémoire a été autorisée par le Conseil dans sa séance du 28 Décembre 1893.

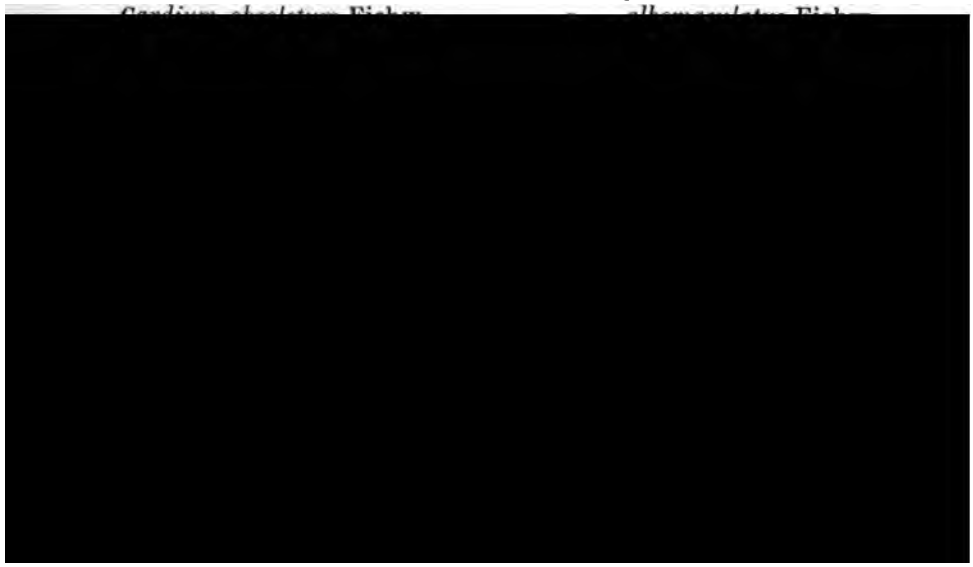
(2) Les étages sarmatique et pontique sont des termes proposés par le professeur Barbot de Marny. Le premier correspond à l'étage des Cérithes et le second à celui des Congéries du bassin de Vienne (Esquisse géologique du gouvernement de Cherson, par Barbot de Marny, 1869 (russe).

des sédiments intermédiaires de la Russie Méridionale, parce que l'étude de ce sujet, au point de vue géographique, vient seulement de commencer. On peut, toutefois, assurer avec certitude que les formations méotiques s'étendent dans la Russie méridionale de la Moldavie et dépassent bien loin la presqu'île de Kertch (Crimée).

La série des sédiments intermédiaires, qui ne laissent aucun doute sur leur origine, repose partout, dans tous les points explorés, sur les sédiments sarmatiques et est surmontée par des couches à *Congéries* ou bien par des sédiments du même âge.

Dans la Bessarabie et la région avoisinante du gouvernement de Cherson, d'après les recherches du professeur Sinzow, l'étage des formations intermédiaires consiste en des sables jaune-verdâtre avec des intercalations de calcaires et des argiles verdâtres accompagnées d'intercalations de même nature. La faune est variée ; elle consiste en des représentants de la faune marine pure, marine et d'eau douce mixte, d'eau douce pure et terrestre. Le prof. Sinzow divise toute la faune des formations intermédiaires en deux parties. A la première appartiennent les formes communes aux sédiments méotiques et aux couches du groupe mactrique (sarmatique), notamment :

Mactra podolica Eichw.
» *ponderosa* »
Tapes gregaria Partsch.
» *vitaliana* d'Orb.
Solen subfragilis Eichw.
Donax lucida Eichw.
Pholas dactylus Lin., var. *pusila* Nordm.
Modiola marginata Eichw.
Buccinum duplicatum Sow.
Cerithium disjunctum »
» *pictum* Bast.
» *rubiginosum* Eichw.
» *Menestrieri* d'Orb.
Turbo (Trochus) Omaliusii d'Orb.
Trochus pictus Eichw.



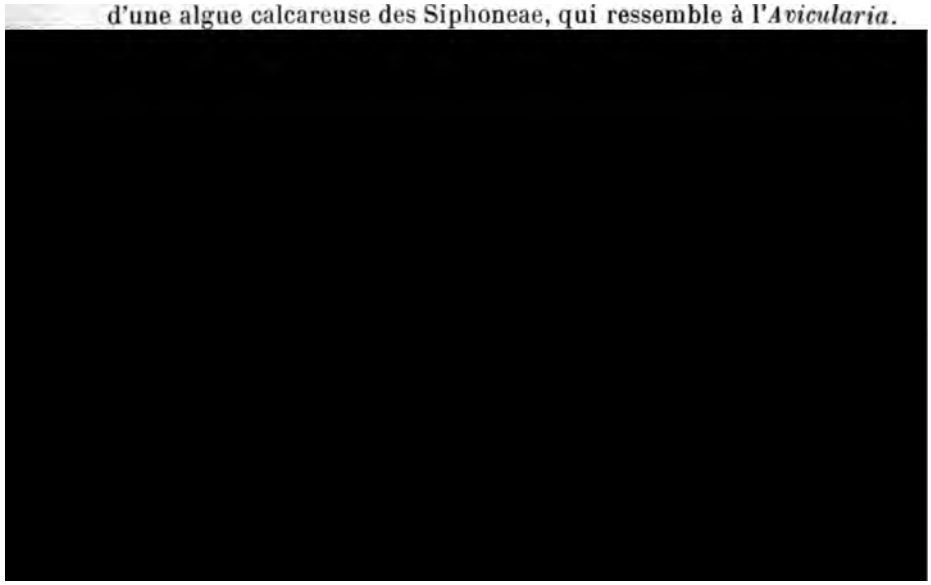
Neritina semiplicata Sandb.
Vivipara Barboti Hörn.
Vivipara cf. *Sadleri* Partsch.
Valvata biformis Sinz.
Limnæa sp.
Hydrobia pagoda Neum.
» *margarita* Neum.
» *Eugeniæ* »
Hydrobia transitans Neum.
Pleurocera (*Hydrobia*) *lævis* Fuchs.
Planorbis cornu Brongn.
» *Mariæ* Michaud.
» *geniculatus* Sandb.
Mastodon Borsoni Hays.

Plus loin vers l'est, dans la région moyenne du district d'Odessa, gouvernement de Cherson, au bord du liman de Filigoul, j'ai découvert des formations méotiques, superposées à du calcaire mactrique et recouvertes par le calcaire d'Odessa (étage pontique). Ici, elles sont représentées du bas en haut par des argiles gris verdâtre avec couches intercalées de calcaire, du calcaire et des sables gris. Elles renferment *Cerithium*, *Mactra ponderosa* Eichw., *Unio* sp., *Mastodon* (*M. Borsoni* Hays ?) et autres. Dans les régions sud-est du même district et dans les environs de la ville de Nicolajew, le professeur Sinzow a trouvé que le calcaire sarmatique avec la *Mactra ponderosa* Eichw., *Mactra caspia* Eichw. et autres, fait place graduellement au calcaire à *Dosinia exoleta* Lin. (étage intermédiaire) qui est recouvert par le calcaire à *Congéries*. Encore plus à l'est, M. Et. Sokolow a découvert des sédiments méotiques vers le cours inférieur du Dniepr. D'après ses explorations, les formations intermédiaires s'étendent du bassin du cours inférieur du Dniepr vers le sud-est. Le bassin, dans lequel avait lieu la sédimentation méotique, s'étendant ainsi du Dniepr vers le sud-est, ne faisait qu'un avec le bassin dans lequel se formaient des sédiments analogues à ceux de la presqu'île de Kertsch. Dans la région explorée par M. Et. Sokolow, les dépôts intermédiaires se composent de calcaires avec de fines intercalations de sable et d'argile. Les fossiles sont ici les suivants : *Dosinia exoleta* Lin., *Scrobicularia tellinoides* Sinz., *Cardium* (*C. Mithridates* Andrus ?), *Venerupis* sp., *Lucina* sp., *Cerithium disjunctum* Sow., *Cerithium rubiginosum* Echw., *Rissoa* sp., *Hydrobia* sp., *Neritina* sp. Les formations intermédiaires sont aussi observées sur la côte septentrionale de la mer d'Azow. Quant à la Crimée, les dépôts méotiques de la presqu'île de Kertsch se trouvent représentés par le calcaire de Kertsch. M. N. Andrussow divise ce dernier en trois horizons : l'horizon inférieur consiste en des argiles marneuses contenant la *Modiola volhynica* Eichw., *Tapes vitaliana* d'Orb., *Dosinia exoleta* Lin., *Cerithium disjunctum* Sow. et autres; l'horizon moyen comprend des calcaires et

argiles avec la *Dreissensia sub-Basteroti* Journ., *Cardium obsoletum* Eichw. et autres; l'horizon supérieur est composé de calcaires avec la *Dreissensia novorassica* Sinz., *Dressensia sub-Basteroti* Fourn., *Neritina danubialis* Pf.

Ensuite il fut constaté par M. Cons. Vogdt (de St-Pétersbourg), que les sédiments méotiques de la presqu'île de Kertsch se continuent vers l'Ouest par toute la Crimée jusqu'au cap Jarchankut. D'après lui, on peut fixer en Crimée deux horizons : le calcaire inférieur avec la *Modiola volhynica* Eichw., *Scrobicularia tellinoides* Sinz., *Dosinia exoleta* Sinz., *Cardium obsoletum* Eichw., *Cerithium disjunctum* Sow., *Hydrobia Eugeniæ* Neum. et autres et le calcaire supérieur avec *Dreissensia novorossica* Sinz., *Dreissensia sub-Basteroti* Four., *Ervilia minuta* Sinz., *Neritina danubialis* Pf. et autres. Quant à la région continentale du gouvernement de Tauride et celui de Cherson, il faut admettre avec M. Et. Sokolow, que leurs dépôts méotiques correspondent à l'horizon inférieur du calcaire de Kertsch, notamment avec la couche à *Dosinia exoleta* Lin., *Cerithium disjunctum* Sow., etc. On ne rencontre ni les couches avec *Dreissensia sub-Basteroti*, ni celles à *Dreissensia novorossica*, Sinz. En Bessarabie, la subdivision des sédiments méotiques n'a pas eu lieu.

M. N. Andrussow, en 1889, dans son « Compte rendu préliminaire sur les recherches géologiques à l'Est de la mer Caspienne exécutées en 1887 » avait attiré l'attention sur la faune originale sarmatique de la région de la mer Caspienne, vers le Nord de Krassnowodsk. On trouva ici la *Mactra carabugasica* Andruss., *Mactra Venjukowii* Andruss., *Mactra Tuostranzewii* Andruss., et quelques autres Mactres, ensuite plusieurs Cardites et Cérithes, *Avicula* sp., des impressions ressemblant aux feuilles de la *Zostera* et les restes d'une algue calcareuse des Siphoneae, qui ressemble à l'*Avicularia*.



de leur existence, l'eau de ces bassins devenait de plus en plus douce et de salée se changeait en saumâtre. C'est dans ces réservoirs qu'eut lieu le mélange de quelques-unes des formes sarmatiques avec les habitants des embouchures des fleuves, et cela explique la nature tellement mixte de la faune des couches intermédiaires, comme nous l'avons démontré plus haut. Au commencement de la période pliocénique, les bassins méotiques se changèrent en lacs de grande étendue et remplis d'eau faiblement salée; dans ces lacs se déposèrent, au-dessus des couches intermédiaires, les sédiments de l'étage pontique (1).

(1) Dans la liste ci-dessous des travaux que j'ai consultés, tous, à l'exception du N° 1, sont en langue russe.

1. ANDRUSSOW, N. Die Schichten von Kamyshcburun und der Kalkstein von Kertsch in der Krim. *Jahrb. der K K. geolog. Reichsanstalt.*, 1886, Hft. 1.

2. ANDRUSSOW. Géologie de la presqu'île de Kertsch. Partie II. Explorations géologiques faites en 1884 dans la partie occidentale de la presqu'île de Kertsch. *Mém. Soc. Natur. Nouvelle Russie*, Vol. XI, liv. 2, 1887. Dans ce mémoire, M. N. Andrussow établit un parallèle entre le calcaire de Kertsch et quelques sédiments de l'Europe Occidentale (la Roumanie, l'Italie, l'Austro-Hongrie, la vallée du Rhône, en France, et la Grèce).

3. ANDRUSSOW. Esquisse de l'Histoire du développement de la mer Caspienne et de ses habitants. *Communications de la Société Impér. Russe de Géographie*, Vol. XXIV, 1888 (C'est ici que se trouve développée l'hypothèse de M. Andrussow).

4. ANDRUSSOW. Compte rendu préliminaire sur les recherches géologiques à l'Est de la mer Caspienne exécutées en 1887 (Extrait des Travaux de l'Expédition Aralo-Caspienne, liv. VI). Saint-Pétersbourg, 1889.

5. ANDRUSSOW. Le calcaire de Kertsch et sa faune. *Mém. Soc. Impér. Minéralogique.* Vol. XXVI, 1890.

6. ANDRUSSOW. Géo-Tectonique de la presqu'île de Kertsch. *Matériaux pour la géologie de la Russie.* Vol. XXVI, 1893 (On trouve ici l'énumération de tous les travaux de M. N. Andrussow relatifs à la géologie de la presqu'île de Crimée).

7. INOSTRANZEW, A. Géologie. Vol. II. Saint-Pétersbourg, 1887.

8. SIDORENKO, M. Note sur les lieux de rencontre des fossiles près du village Chirokaya, du district d'Odessa. *Mém. Soc. Natur. Nouv. Russie.* Vol. XV, liv. 2, 1890.

9. SINZOW, I. Explorations géologiques de la Bessarabie et de la partie avoisinante du gouvernement de Cherson. *Mat. pour la géologie de la Russie.* Vol. XI, 1883 (Œuvre fondamentale sur la géologie des sédiments intermédiaires).

10. SINZOW, I. Description des formes nouvelles et peu étudiées des coquilles des formations tertiaires de la Nouvelle Russie. Article V. L'étage des sédiments intermédiaires. *Mém. Soc. Natur. Nouv. Russie.* Vol. IX, 1884.

11. Sinzow, I. Résultats d'une excursion géologique à Nicolajew. *Mém. Soc. Natur. Nouv. Russie.* Vol. XVII, liv. 1, 1891.

12. Sinzow, I. Notes sur quelques variétés de fossiles néogéniques, trouvés en Bessarabie. *Mém. Soc. Natur. Nouv. Russie.* Vol. XVII, liv. 1, 1892.

13. Sokolow, N. Compte rendu préliminaire sur les recherches géologiques entre les rivières Konka, Molatschnaya et la mer d'Azow. *Bull. Com. Géol.*, N° 2, 1888.

14. Sokolow, N. Carte générale géologique de la Russie. Feuille 48. Militopal, Berdjansk, Pérékop, Bésislaw. *Travaux du Comité géologique.* Vol. IX, N° 1, 1889.

15. Vogdt, Cons. Structure géologique du plateau d'Eupatoria, de la presqu'île de Crimée. *Comptes rendus Soc. Natur. de Saint-Pétersbourg*, section de Géologie et de Minéralogie. Séance du 12 Mai 1888.

NOTE SUR LE BASSIN SALIFÈRE DE BAYONNE ET DE BRISCOUS,

par M. Ch. GORCEIX (1).

(Pl. XII).

Dans une note précédente (2), j'ai esquissé à grands traits la géologie d'une partie des environs immédiats de Bayonne; depuis cette communication et contrairement à mes prévisions, j'ai pu pousser plus loin mes investigations, surtout en ce qui concerne l'ophite et les marnes salifères, comblant ainsi les lacunes qui restaient aux points les plus intéressants dans la carte jointe à ma note.

Comme dans la suite il m'arrivera souvent de parler de M. Seunes, qu'il veuille bien ne pas le prendre en mauvaise part et ne voir dans les contradictions que je suis obligé de formuler qu'une discussion scientifique. Son esquisse de carte géologique des Basses-Pyrénées et sa thèse résument presque tout ce qui a été fait avant lui et par lui ; cet ouvrage étant le dernier venu et le plus complet sur la région semble donc être celui qu'il importe le plus de discuter, d'autant plus que M. Seunes, étant associé aux travaux de la Carte géologique de France, on peut craindre d'y voir publier ses théories.

Ce que je puis affirmer dès maintenant, c'est :

1° Que les pointements ophitiques n'ont pas été assez recherchés et étudiés jusqu'à présent; qu'en ayant reconnu plusieurs nouveaux, je n'ai cependant pas la prétention de les avoir tous vus; qu'ils présentent un groupement régulier ;

2° Que les glaises bariolées salifères de la région n'appartiennent pas au Trias ;

3° Que le sel gemme remonte au plus à la fin de l'Éocène ;

4° Que la succession des couches est bien celle que j'avais indiquée l'année dernière, à de légères différences près, mais que leur assimilation avec les étages du bassin parisien n'est pas possible.

(1) Communication faite le 6 Novembre 1893. Manuscrit remis le même jour. Epreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 15 Février 1894.

(2) Communication du 7 Novembre 1892. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XX, p. 327.

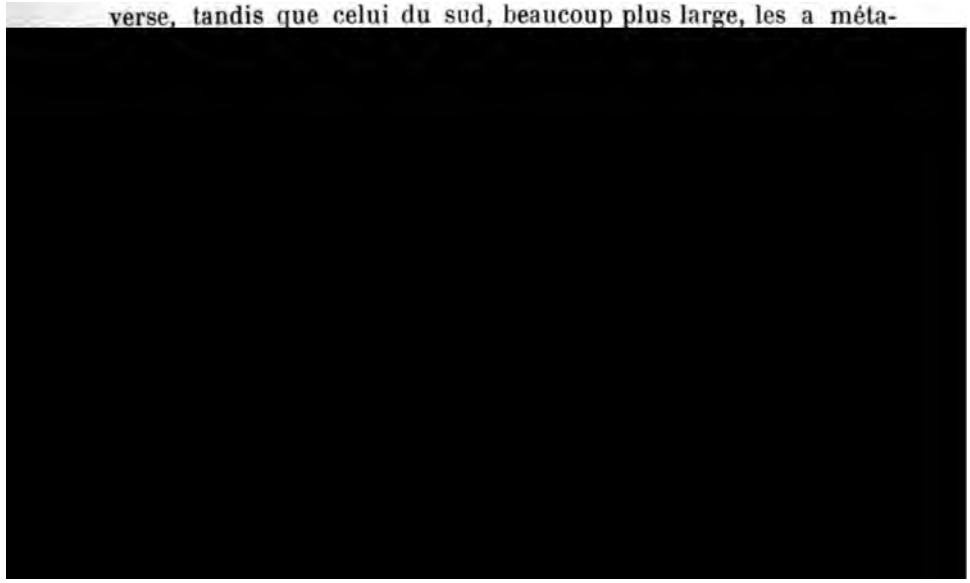
Il ne s'agit, bien entendu, que de la plaine subpyrénéenne située au nord du massif granitique du Labourd.

Les orientements sont rapportés au Nord vrai.

Ophites. — En construisant les courbes du fond du Golfe de Gascogne, d'après les sondages de Bontemps-Beaupré, pour tâcher d'y vérifier une loi de M. Bertrand, j'ai été frappé de la présence d'un certain nombre de mamelons à pente fort raide disposés sur des lignes orientées en moyenne à 60° et très légèrement concaves vers le N.-O., c'est-à-dire parallèles à la côte au sud de Guéthary et à la limite assignée par M. Stuart-Menteath au massif du Labourd de ce côté (1). Pensant que ces mamelons, par leur forme et leur situation, devaient être ophitiques, j'entrepris une série de recherches pour voir si on ne trouverait pas la même disposition dans les épanchements ophitiques de la région qui m'occupait.

Je pus me convaincre rapidement que, loin d'être sur des parallèles à la limite du Labourd, ils étaient tous disposés sur des lignes rayonnantes allant concourir sur un point situé par 4°04 de longitude et 48°25 de latitude, qui se trouve à trois kilomètres à l'ouest de Labastide-Clairence et à quatre kilomètres au nord de la pointe du massif granitique. Les extrémités S.-E. des groupes sont alignées à peu près sur une ligne à 63°, qui est la direction que je croyais trouver pour les épanchements.

Les seuls qui fassent exception sont : 1° Ceux qui entourent presque complètement le mamelon de Sainte-Barbe d'Ustaritz : celui du nord n'a qu'une dizaine de mètres de large et près de 1^{km},5 de long, il n'a produit aucun métamorphisme dans les couches de la base du Cénomanien et de l'Urgo-Aptien, qu'il traverse, tandis que celui du sud, beaucoup plus large, les a méta-



Marie et celles du Château de Mauléon en passant par celles de Campagnet-Laduch, si elles existent réellement (comme le laissent supposer certaines affirmations qui m'ont été faites, la présence de gros blocs dans les murs auprès de la maison et la forme du terrain, mais dont je n'ai pu voir aucun affleurement). La séparation de l'Éocène moyen (côte des Basques) et de l'Éocène supérieur (ville de Biarritz) est sur cet alignement, qui est orienté à 105°, ces deux étages sont en discordance notable (alignements B et C, croquis n° 1 et 2). (1).

La voûte de Mouguerre, que j'ai signalée l'année dernière, fait partie de ce système et en a été en quelque sorte la dernière confirmation ; à l'endroit où elle s'arrête brusquement, à peu de distance de l'Éocène supérieur de Saint-Pierre d'Irube, au milieu du Cénomanien, se trouve de l'ophite exploitée sans doute autrefois dans une immense carrière où on ne voit plus actuellement en place que du Cénomanien et une brèche à gros éléments provenant de ce terrain et à pâte ophitique. Dans les rejets de la carrière, on trouve de nombreux blocs d'ophite. Sa couleur m'a permis de la reconnaître dans celle qui a servi aux premiers empierrements de la route d'Oloron, où une canalisation récente l'a fait reparaître. Deux autres émergences d'ophite et quatre de glaises bariolées jalonnent exactement cet axe jusqu'à 200 mètres au nord de Mouguerre, où on retrouve, dans le chemin qui descend à l'Adour, la même brèche à pâte ophitique qu'à l'autre extrémité, mais moins bien conservée. C'est sur le prolongement de cette ligne qu'on rencontre encore deux affleurements de glaises bariolées et celles de la saline Fourcade. L'orientation est 118° et l'axe passe par des hauts fonds au S.-O. de l'embouchure de l'Adour et un des pointements sous-marins (alignement D, croquis n° 2).

Sur une ligne passant un peu à l'ouest du clocher de Briscous et orientée 139°, on trouve plusieurs pointements ophitiques, des glaises bariolées, du gypse et, sur la rive droite de l'Adour, une faille faisant, ainsi que je l'ai dit l'année dernière, paraître le calcaire rosé ; elle est très visible à l'est de Dadou entre deux étages du Nummulitique (alignement E, croquis n° 3).

(1) *Note ajoutée pendant l'impression.* — Exactement sur cet alignement et à un kilomètre au sud du Petit Mouguerre, dans le lit du ruisseau Martico, se trouve une source salée ; je n'ai pas vu à la surface les glaises bariolées, mais un peu à l'ouest il y a des alluvions qui pourraient bien en recouvrir, car, à part les glaises de Mouligna, recouvertes par le Nummulitique et celles de Gortiague, qui sont en partie sous le Flysch, toutes celles de la région ne sont recouvertes que par des alluvions ; à 500 mètres à l'ouest de cette source se trouve un mince filon d'ophite décomposée.

Les terrains de divers âges près de Lapègue, le mamelon ophitique d'Urt et la saline Gortiague, au sud de la ferme de Bidart, jalonnent une autre ligne orientée à 163° (alignement F, croquis n° 3).

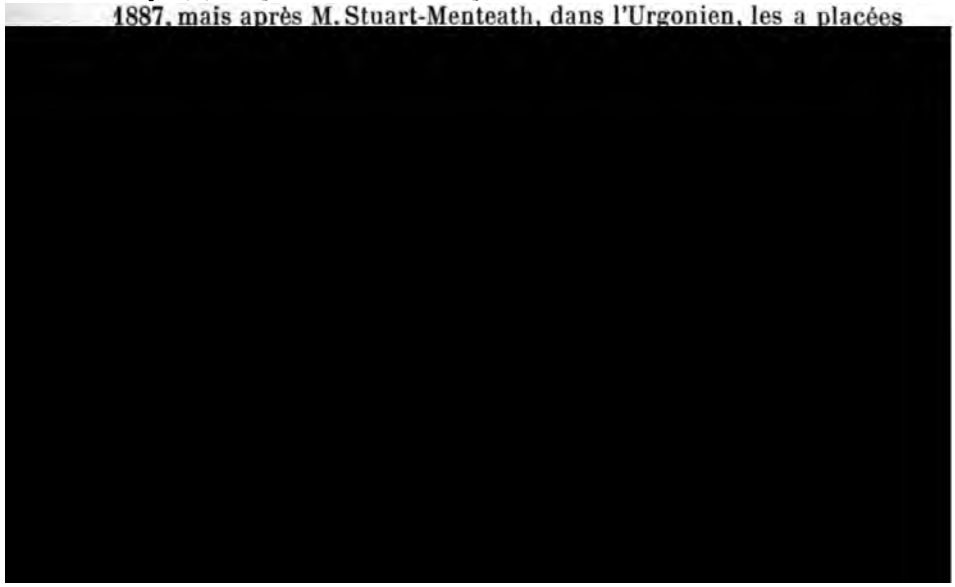
Enfin, tout dernièrement, j'ai trouvé, à l'est et à l'ouest, le prolongement de l'ophite signalée à Salla par M. Seunes (au sud d'Arcangues); c'est un mince filon orienté à 89° (alignement A, croquis n° 1).

Toutes ces lignes convergent au point que j'ai indiqué ci-dessus; elles coupent tous les terrains jusqu'à l'Éocène supérieur en y produisant soit des plis, soit des failles; les angles qu'elles font entre elles varient en sens inverse de leur orientation.

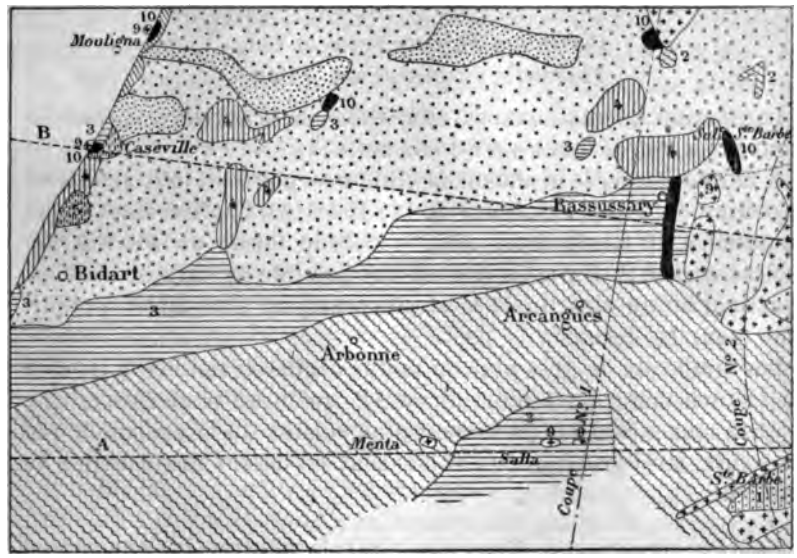
Étant donné mon point de départ, il est assez curieux que j'arrive à ce résultat; mais je l'ai obtenu, contrairement à toutes mes prévisions, en reportant tous les points sur un plan exact à $\frac{1}{10000}$. Il peut être utile pour suivre plus loin les émergences ophitiques.

Avant d'aborder la question de l'âge des marnes salifères de la région, il convient d'en examiner rapidement les terrains sédimentaires et les modifications que l'ophite y a apportées.

Crétacé inférieur. — On a déjà beaucoup discuté sur les parties du Crétacé inférieur de la région qui, suivant les auteurs, forment un étage Urgo-Aptien ou appartiennent au Gault. Dans une première note, je les ai placées dans l'Urgo-Aptien (1), bien que MM. Barrois et Stuart-Menteath aient signalé auparavant leur faciès urgonien et que ce dernier les aient classées, en 1887, immédiatement au-dessus du calcaire de Cambo à *Terebratula sella* et *T. prælonga* (2). Depuis, M. Seunes, qui les avait classées, également en 1887, mais après M. Stuart-Menteath, dans l'Urgonien, les a placées



erreur de détermination, mais qui ont été reconnues par M. Stuart-Menteath, imposent cette réserve. Il y a lieu, en effet, de reconnaître



Croquis N° I

LÉGENDE

Commune aux trois Croquis.

Echelle $\frac{1}{80.000}$

Al. modernes	Al	Eo$_3$		*Eocène inf^r*	
Al. anciennes	Al	B		*Calcaire rosé*	} *de Bidart*
Glaises bariolées	G	A		*Marnes cendroïdes*	} *de Bidart*
Ophite	O	Fl		*Flysch à silex*	
Eocène sup^r	Eo$_3$	Ce		*Cénomanien*	
id. moyen	Eo$_2$	U-A		*Urgo-aptien*	

Alignements des épanchements ophitiques

Visibles } *Limites des terrains*

Invisibles } *Limites des terrains*

Tracés des coupes

sous un nom quelconque un mélange de faunes constaté déjà par Leymerie et signalé par M. Carez dans les Corbières.

Près de Laduch-Campagnet, dans le talus qui borde le chemin

de halage, j'ai recueilli, au milieu de marnes noires contenant du jayet et du succin, imprégnées de gypse et ressemblant beaucoup à celles qui sont intercalées dans le sel, de bons échantillons de

Cerithium Valeriæ Vern. et Lor.
Turritella Coquandiana d'Orb.

La relation de ces couches avec celles de la carrière où ont été trouvés les autres fossiles n'est pas nette (1).

A Sainte-Barbe, le gisement fossilifère se poursuit tout autour de la colline et, à son extrémité S.-O., il est particulièrement riche en fossiles du Gault. Pour moi, la colline forme un pli refermé incliné vers le S.-E., mais il n'est pas possible de dire si c'est un synclinal ou un anticlinal : la stratification est plus facile à expliquer pour ce dernier.

Les lambeaux de grès plus ou moins argileux visibles à l'ouest de Laduch-Campagnet (croquis n° 1), qu'on ne peut classer que d'après leur faciès, me paraissent plus voisins du Cénomanien que du Gault; stratigraphiquement, ils sont au-dessus des couches de Laduch.

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.— Ainsi que je vais le montrer, le Cénomanien est le seul étage du Crétacé supérieur qu'on retrouve assez nettement déterminé dans la région. Outre les parties bien définies situées au pied des montagnes, on retrouve la base de cet étage en concordance au-dessus des marnes urgo-aptiennes, autour de la colline Sainte-Barbe; autour du mamelon ophitique d'Urt, on le retrouve également en bancs plus ou moins épais, dont quelques-uns sont *emprisonnés dans l'ophite;* il y est parfaitement caractérisé par

silex une partie du Cénomanien, bien suffisamment représenté par les couches comprises entre lui et la base fossilifère ci-dessus. La meilleure raison donnée par M. Seunes à ce classement est la présence d'*Orbitolina concava*, qu'on n'aurait jamais trouvée à un étage supérieur au Cénomanien. Or, M. Stuart-Menteath l'a déjà dit, et j'ai pu le vérifier en des endroits où les Orbitolines abondent, elles ne se trouvent jamais que dans des conglomérats à grain plus ou moins fin provenant de la destruction de roches plus anciennes, d'où elles proviennent très probablement; M. Seunes avoue lui-même qu'à Bidache, ces brèches contiennent des débris du calcaire à *Caprina adversa*; elle sont donc plus récentes que ce calcaire, le type du Cénomanien de la région. Dans l'état actuel de la question, il est prudent de laisser le Flysch à silex comme sous-étage bien distinct, qu'on pourra peut-être plus tard rattacher soit au Cénomanien, soit au Turonien (1).

J'ai dit plus haut qu'à la colline Sainte-Barbe (croquis n° 1), le Cénomanien était coupé par l'ophite et métamorphisé à certains endroits; de là il s'étend vers le Nord jusqu'au massif ophitique d'Urdains, d'où il se dirige vers la mer, qu'il n'atteint pas. Au Sud, il s'étend à peu près jusqu'à la Nivelle avec quelques réapparitions du Flysch à silex. A l'Est, après avoir disparu sous des alluvions, il reparaît sur la rive droite de la Nive, en face d'Hérauritz. Je ne l'ai pas suivi dans les landes d'Hasparren.

Au nord du parallèle d'Arcangues, on n'en trouve plus que de petits lambeaux soulevés par l'ophite au milieu de terrains plus récents (croquis n° 3).

Au-dessus du Cénomanien, c'est-à-dire à partir du Flysch à silex, l'assimilation avec les étages du bassin parisien ne devient plus possible et si les couches que j'ai désignées l'année dernière comme appartenant au Turonien-Sénonien, Danien inférieur et Danien supérieur, forment bien des étages parfaitement caractérisés et constants dans le pays, elles ne sont pas équivalentes à celles du bassin parisien.

J'avais eu tort de suivre M. Seunes dans cette voie; on verra pourquoi plus loin.

Le Flysch à silex (le Turonien-Sénonien de ma note de l'année dernière) forme un étage bien net au-dessus ou à la partie supérieure du Cénomanien; à son sujet, j'ajouterai à ce que j'ai dit

(1) *Note ajoutée pendant l'impression.* — M. Roussel cite parmi les fossiles du Sénonien : Orbitolina. (*Etude stratigraphique des Pyrénées*, page 288).

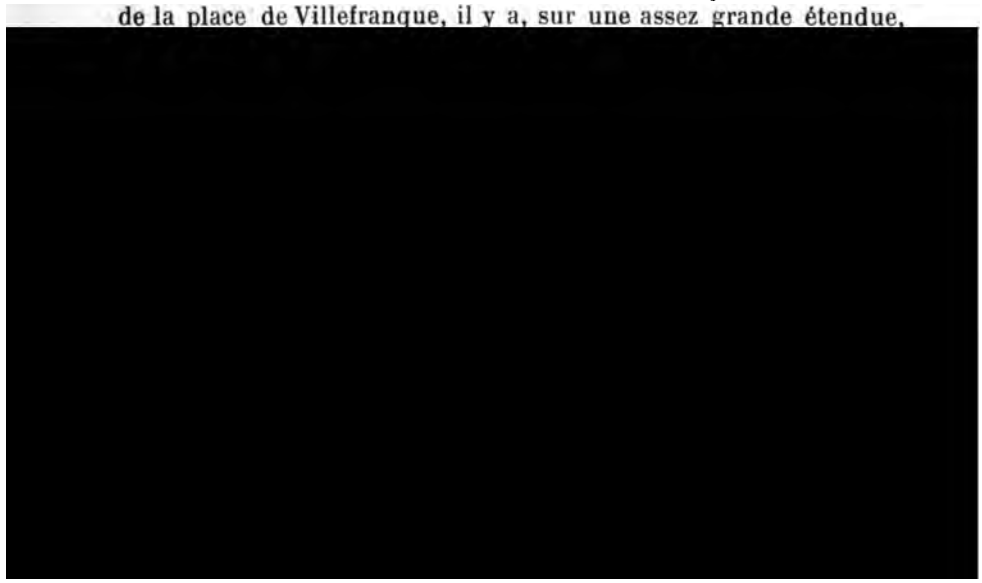
l'année dernière que sa limite nord, entre la mer et la Nive, est une ligne à peu près droite joignant Bidart à Bassussary; le diluvium ne le recouvre que très peu. Un peu au nord de Bassussary, il plonge, après avoir formé un anticlinal, sous des marnes identiques aux marnes conchoïdes de Bidart, que je désignerai dans la suite, pour plus de brièveté, sous le nom de couches A, marnes visibles sur une assez grande étendue. Au nord de cette limite, on retrouve deux minces affleurements situés au sud du lac Mouriscot et à un kilomètre à l'O.N.-O. de Bassussary. Paraissant séparés de a bande parisienne par les couches A, ils se trouvent, par rapport à elle, dans une situation identique à celle du Flysch à silex de Caseville.

A Bassussary, le Flysch à silex est arrêté à une bande N.-S. de glaises bariolées, parallèle à la bordure occidentale du massif ophitique Urdains, Villefranque. On voit dans une carrière, au sud de Bassussary, presque tout l'intervalle compris entre les glaises et l'ophite occupé par les couches supérieures du Flysch, presque verticales et dirigées N.-S.

Jusqu'à la Nive on ne trouve plus que de l'ophite et le diluvium reposant directement au-dessus.

Sur la rive droite de cette rivière et dans le prolongement de sa limite sur l'autre rive, on retrouve le Flysch à silex où je l'ai figuré l'année dernière, mais son contact avec l'ophite est intéressant en plusieurs points.

Sous Château-Larralde, entre les deux massifs ophitiques, il est plissé jusqu'à l'horizontale et on trouve des glaises bariolées avec gypse, non pas au contact de l'ophite, comme M. Seunes l'a représenté dans sa coupe n° X, mais *intercalées dans le Flysch*. Au dessous de la place de Villefranque, il y a, sur une assez grande étendue,



clinal que j'ai signalé l'année dernière et qui se prolonge, ainsi que je le dirai plus loin, jusqu'à la Joyeuse, en suivant à peu près la route d'Oloron (Croquis nos 2 et 3).

Le Flysch de la voûte de Mouguerre se raccorde avec le précédent par le synclinal de la route d'Oloron. La base du versant nord de cet anticlinal disparaît en partie sous les couches A en formant un synclinal intermédiaire, puis à la faille de Codane diminue brusquement de largeur, de façon à avoir à peu près l'Ardanavy pour limite nord ; il est relevé et percé par le massif ophitique d'Urt et le Cénomanien qui l'entoure.

Il est assez curieux de retrouver sur les deux rives de la Nive ces deux bandes de Flysch avec des développements tout à fait inégaux ; on peut en voir l'explication dans ce fait que les couches ont du être d'autant plus soulevées qu'elles étaient plus près de ce qui paraît être le centre du soulèvement.

Il ne saurait être question d'en faire deux étages distincts, la stratification est trop nette à Mouguerre pour se prêter à cette interprétation.

Au moulin d'Escouteplouye, j'ai trouvé des fossiles transformés en limonite, mais malheureusement indéterminables (Croquis no 2).

Au-dessus du Flysch à silex se trouvent des couches, qui, d'après M. Seunes, seraient du Danien très bien caractérisé, et constitueraient l'étage le mieux déterminé de la région ; or, sa faune présente les plus grandes analogies avec celle de Gosau ; j'y ai trouvé :

Baculites anceps Lamk.
Ammonites Lewesiensis Sow.
Am. cf. *Largilliertianus* d'Orb.
Am. cf. *Requienianus* d'Orb.
Nautilus cf. *triangularis* Mant.
Inoceramus impressus d'Orb.
— *Cuvieri* Sow.
— *problematicus* d'Orb.
— *Cripsi* Mant.
Am. cf. *clypealis* Schl.
Am. cf. *Beaumontianus* d'Orb.
Toxaster n. sp.
Hamites cf. *Raulinianus* d'Orb.
Ostrea vesicularis Lamk.
Stegaster sp.

Dans les couches de calcaire rosé qui surmontent celles-ci, et que je désignerai sous le nom de B, je n'ai trouvé aucun fossile vraiment

caractéristique du Garumnien ou du Danien supérieur ; mais dans leur prolongement, à Saint-Sébastien, M. Stuart-Menteath a trouvé de bons échantillons de *Ammonites* cf. *Neubergicus* Schl. également du calcaire de Gosau. Ces couches paraissent donc participer du Turonien supérieur et du Sénonien ; le Danien manquerait dans la région ; c'est probablement lui qui est représenté par le Flysch signalé par M. Stuart-Menteath au-dessus du calcaire rosé tout le long du Jaïzquibel et qui m'avait, l'année dernière, fait croire à la possibilité d'un renversement ; il serait alors l'analogue de la Scaglia italienne et se retrouverait peut-être dans ce cas à Tercis.

D'après ce qui précède, on voit que le Flysch à silex ne peut représenter que la partie supérieure du Cénomanien ou plus probablement la base du Turonien et que, par suite, on ne peut lui donner aucun de ces noms ; il faut lui laisser le sien ; quant aux couches A et B, qui participent du Turonien supérieur et du Sénonien, si on veut faire une carte du pays, il faut leur donner un nom : je proposerai celui de *Bidartien*, puisque c'est sur la falaise de Bidart qu'elles se montrent le mieux et qu'on les a le mieux étudiées, la couche A étant constituée par les marnes conchoïdes et la couche B par le calcaire rosé.

Ceci admis, on pourra les suivre plus facilement. Dans la couche A on distingue plusieurs niveaux assez constants dans toute l'étendue qui nous occupe ici, depuis la falaise de Bidart jusqu'à Urt et probablement au-delà.

A la base, au-dessus du Flysch, ce sont des marnes plus ou moins calcaires, généralement colorées en rose ou en rouge, au point d'avoir été confondues probablement avec le calcaire rosé par M. Seunes, au sud du moulin d'Escouteplouye, et de l'avoir conduit à sa faille longitudinale de Mouguerre, tout à fait imaginaire, et à

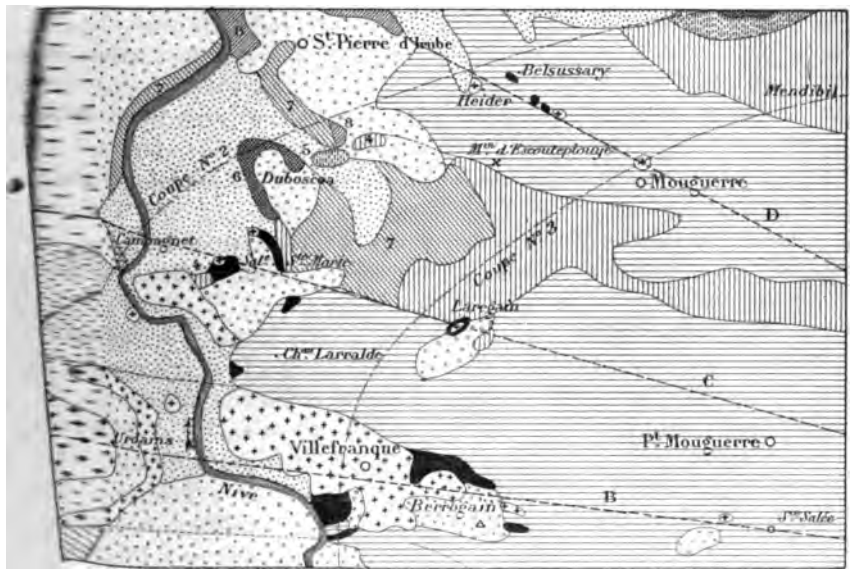
2° Dans une bande à 600 mètres au S.-E. du clocher de Lahonce; c'est un gisement extrêmement riche (Croquis n° 3).

3° A 200 mètres au sud de la maison Mendibil (1500 mètres au sud de Lahonce, dans le Sénonien de M. Seunes) (Croquis n° 3).

4° A 400 mèt. au sud des vieilles salines de Briscous (Croquis n° 3).

Cet horizon, fort net, permet de rattacher indubitablement ensemble les marnes conchoïdes de Bidart et celles de Mouguerre, Briscous et Lahonce.

Au-dessus de ce niveau fossilifère, qui paraît n'avoir que 20 à 30 mètres, se trouve une centaine de mètres de marnes sans fossiles.



Croquis N° 2

(Même légende que pour le croquis n° 1).

Visibles à Bidart, ces marnes se retrouvent dans la tranchée du chemin de fer, au sud du tunnel de la Négresse et dans un vallon à l'est, puis elles disparaissent sous le diluvium jusque vers Bassussary, où on en retrouve deux lambeaux assez grands au nord et au sud du chemin de Bayonne à Arcangues, séparés probablement par une faille.

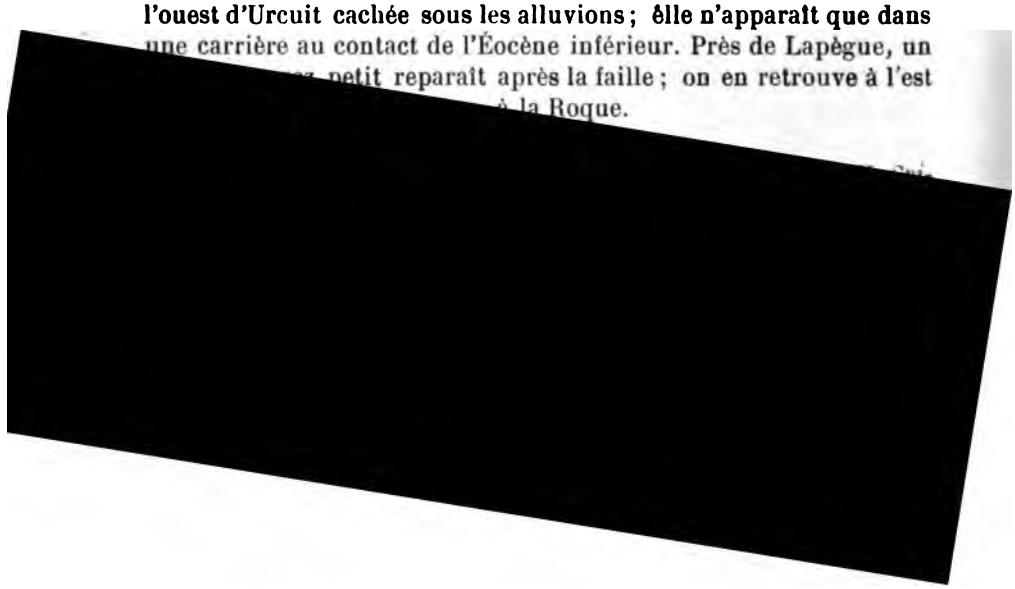
Sur la rive droite de la Nive et dans le prolongement de celles de la rive gauche, on retrouve, malgré le soi-disant décrochement horizontal de M. Seunes, ces couches reposant sur le versant sud

du synclinal de la route d'Oloron, dont elles garnissent le fond. Elles ne dépassent pas, vers le sud, la faille de la saline Sainte-Marie, comme je le croyais l'année dernière, — j'avais confondu les couches supérieures du Flysch à silex avec elles, — sauf un très petit lambeau au nord du massif principal d'ophite ; elles descendent dans le vallon de la saline et très probablement se retournent, vers l'ouest, pour passer sous l'Éocène inférieur de Duboscoa, car on retrouve la base de l'étage à la bifurcation de la route d'Oloron et du chemin de Villefranque. A la saline, c'est la base de l'étage qui bute contre l'Éocène moyen.

Dans le synclinal de la route d'Oloron, les couches A, au lieu de s'arrêter, comme je le croyais, vers Mouguerre, se continuent, après un étranglement considérable, dans la vallée d'un ruisseau affluent de l'Ardanavy, qu'elles suivent jusqu'à la route d'Oloron pour ne plus quitter cette route jusqu'au-delà de la Joyeuse, très probablement ; mais je ne les ai suivies que jusqu'à la Ferme de Bidart. Aux vieilles salines de Briscous, elles quittent le sud de la route pour passer au nord (Croquis nos 2 et 3).

Ces mêmes couches garnissent le fond d'un synclinal situé dans l'intervalle de la voûte de Mouguerre et de la faille de Codane ; elles reposent en concordance sur le Flysch à silex.

L'étage B du calcaire rosé apparaît aux fours à chaux de Bidart, à Caseville, où il entoure presque complètement à l'est et au sud le Flysch à silex et se prolonge jusque sous le tunnel de la Négresse. Il reparaît un instant dans le vallon qui limite au sud le plateau de Saint-Pierre d'Irube, où il a été exploité jadis ; il paraît former un anticlinal renversé vers le sud. Il est très développé à Lahonce, et occupe vraisemblablement une partie du fond de la vallée de l'Adour, car on le retrouve sur la rive droite ; il doit y en avoir une bande à l'ouest d'Urcuit cachée sous les alluvions ; elle n'apparaît que dans une carrière au contact de l'Éocène inférieur. Près de Lapègue, un petit reparaît après la faille ; on en retrouve à l'est à la Roque.



Il n'y a à remarquer qu'une chose, c'est que partout où on voit leur contact : à Biarritz, à Saint-Pierre d'Irube et un peu à l'est de Dadou, il y a discordance dans la stratification, et des cailloux roulés en assez grande quantité dans l'Éocène supérieur, ce qui semblerait indiquer un soulèvement entre les deux étages et le voisinage d'une plage.

Glaises bariolées. — « Quand on est tenté d'attribuer le sel des » Basses-Pyrénées, soit à un agent éruptif, soit à la formation sédi- » mentaire du Trias, on n'a qu'à parcourir attentivement le pays » depuis Bayonne jusqu'à Briscous. En voyant toutes ces couches » se succéder régulièrement et passer par tous les degrés jusqu'à » l'état de ces marnes et argiles colorées, caractéristiques du sel et du » plâtre, il est impossible de ne pas reconnaître que tous les faits » sont expliqués par les circonstances mêmes de la formation créta- » cée. » Ainsi s'exprimaient, en 1853, MM. Crouzet et de Freycinet (1).

Depuis ces habiles et consciencieux observateurs, le terrain n'a pas changé, et pour faire apparaître le Trias il faut faire abstraction de tout ce qui se voit dans le voisinage des glaises bariolées et réaliser des tours de force pour réunir dans une même arabesque une partie de leurs gisements et en former une ligne anticlinale. M. Seunes a donné de larges bandes de Trias un peu partout ; on voit sur les croquis à quoi se réduisent les affleurements (encore j'en ai ajouté de nouveaux) et quels sont les terrains qui les séparent ; pour les réunir entre eux, il faudrait supprimer les terrains crétacés qui les touchent et desquels il est souvent impossible de les séparer nettement. Le pli anticlinal qu'on obtiendrait en les joignant aurait vaguement l'aspect d'une roue dentée ; la nature n'est pas aussi compliquée.

Ces faits ne peuvent se voir que sur le terrain et il suffit d'aller à Caseville, Villefranque, Larregain, et surtout à Urt et à Briscous ; sur la route même d'Oloron et dans un ruisseau au N.-O. de la saline Fourcade, on voit le Flysch à silex passer insensiblement aux glaises gypsifères, et dans celles-ci les bandes de silex plus ou moins bien conservées. Au sud du mamelon ophitique d'Urt, j'ai recueilli, à la limite même de ces marnes, un fossile malheureusement indéterminable à côté d'un cube de pyrite de près d'un centimètre de côté ; dans la même bande de marnes, mais plus à l'est, j'ai trouvé, dans un espace de $0^{m}50$, de l'ophite et du calcaire conte-

(1) *Annales des Mines*, 5e série, t. IV, 1853, p. 391.

nant *Rh. latissima* Sow. Dufrénoy a trouvé des fossiles crétacés dans les glaises bariolées de Caseville, et M. Macpherson a prouvé, par un examen microscopique, la continuité entre les glaises bariolées et les marnes crétacées voisines.

A certains endroits, notamment au N.-E. du massif de Villefranque, elles paraissent provenir de la décomposition de l'ophite; mais dans ce cas, je ne crois pas qu'on y trouve de gypse.

Si maintenant, en se reportant à ma carte, on veut bien remarquer qu'on ne les rencontre jamais que dans le voisinage immédiat de l'ophite ou dans des localités situées sur des alignements où on peut supposer que cette roche se trouve à une faible profondeur, il est impossible de ne pas voir une corrélation entre les deux. De plus, elles paraissent toujours soit dans le Flysch à silex, soit à la base des couches A, et généralement à la séparation de ces deux étages. Si, à certains endroits, elles ne semblent pas s'y rattacher, c'est que le Crétacé a été enlevé par érosion et il est rare qu'en cherchant bien on ne trouve pas des restes de Flysch; c'est ce qui m'est arrivé au N.-O. de la saline Ste-Marie où, à côté d'un très petit pointement ophitique, on trouve des cargneules et du Flysch à silex très reconnaissable; la même chose se produit sous la place de Villefranque. Dans un sondage fait un peu au sud de la mine de sel gemme Sainte-Barbe, on a trouvé un calcaire métamorphisé identique au précédent; M. Gindre, qui l'avait rencontré souvent dans les nombreux sondages qu'il a dirigés, le désignait dans ses coupes sous le nom de *calcaire triasique* et je ne doute pas que ce ne soit lui qui figure sous le nom de *dolomie* dans d'autres coupes de sondages; il y a trouvé également des fragments d'ophite *au milieu des glaises*.

Les sondages les plus instructifs me paraissent être ceux qui ont été faits à la saline Cortiague, au sud de la Ferme de Ridart, et dont

épaisseur avec des lits argileux à différents niveaux. Un quatrième sondage, fait au N.-O., a rencontré le sel à 80 m. de profondeur. Le banc de sel est donc à la partie supérieure du Flysch relevé par une faille à laquelle il s'arrête.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant qu'on ait songé à supposer l'existence dans le Crétacé supérieur d'un étage gypso-salifère. Celui de MM. Crouzet et de Freycinet, qui paraît correspondre aux couches A et à la partie tout à fait supérieure du Flysch à silex, met bien les glaises bariolées à leur véritable place, mais les nouvelles et nombreuses recherches faites depuis leurs travaux, montrant qu'on ne trouvait de sel qu'au voisinage des directions que j'ai indiquées, ne permettent plus d'admettre la continuité de la couche salifère. L'hypothèse la plus probable est celle d'un métamorphisme dû à l'ophite, qui ne s'est traduit par la production de glaises bariolées que pour des couches remplissant certaines conditions qu'on trouve à la partie supérieure du Flysch à silex.

Les comparaisons prises dans la montagne où des glaises semblables appartiennent certainement au Trias ne sauraient infirmer ces faits, incompatibles avec la théorie donnée par M. Seunes (1).

Il est à regretter qu'on ait trop abandonné les travaux de

(1) *Note ajoutée pendant l'impression.* — Dans la séance du 4 Décembre 1893, MM. Michel Lévy et M. Bertrand ont protesté contre l'opinion à laquelle je me rangeais en ne considérant pas les glaises bariolées des environs de Bayonne comme des lambeaux de Trias respectés par les érosions et ramenés au jour par les soulèvements ophitiques.

Malgré ces protestations, je crois devoir maintenir mon opinion et si je me heurte ainsi à celles de savants aussi compétents que MM. Michel Lévy et M. Bertrand, c'est qu'il m'est impossible de comprendre autrement les phénomènes que j'ai observés. S'ils ont échappé à des géologues n'examinant que quelques gisements, et c'est principalement dans les plus considérables qu'on les voit le moins, ils n'en ont pas moins été observés par ceux qui ont visité très en détail le pays. Je citerai M. Stuart-Menteath et surtout M. Gindre, qui ne peut être suspecté puisque c'est lui qui, le premier, je crois, a classé les gisements salifères dans le Trias et a conservé jusqu'à sa mort cette idée, mais avec une restriction importante : c'est qu'il fallait bien distinguer dans le pays le Trias de ce qu'il appelait le *Pseudo-Trias* et qu'il rattachait au Calcaire de Bidache. Il me l'a dit plusieurs fois, et au Musée de Bayonne, dans sa collection, on peut voir un fragment des glaises bariolées de Caseville avec la mention : « *terrain pseudo-salifère - étage du Calcaire de Bidache.* » Ceci prouve bien qu'il avait reconnu l'impossibilité de ranger les glaises de Caseville et de certains autres gisements dans le Trias. Pour mon compte, je n'entrevois pas le moyen de distinguer les gisements entre eux ; ils paraissent se présenter tous de la même façon, et comme il y a des faits qui semblent incompatibles avec leur classement dans le Trias, je suis bien obligé d'en conclure, malgré la théorie qui n'admet la présence du sel que dans les terrains triasiques, que ces gisements ne peuvent être compris dans ces terrains.

Dufrénoy, Elie de Beaumont, Delbos, Crouzet et de Freycinet pour se lancer dans une voie nouvelle.

Ce n'est pas en quelques courses qu'on peut refaire la géologie d'une contrée où tout semble se conjurer pour dérouter le géologue : végétation intense, rareté, mauvais état ou nouveauté des fossiles, et bouleversements par l'ophite.

Ce n'est qu'à la longue, en fouillant pas à pas le terrain, qu'on peut arriver à saisir les relations des couches entre elles, attendant pour leur assigner une place exacte qu'on ait réussi à y trouver des fossiles.

Il faut s'aider de tout, et les remarques suivantes pourront être utiles : le Flysch à silex est le terrain des glissements par excellence ; il y en a de considérables et de continuels, à tel point que dans les villages construits sur le Flysch, comme Mouguerre, on a dû ancrer tous les murs des maisons ; il faut toujours se méfier de la stratification qui, par suite de glissements ou de plissements de peu d'étendue, mais violents, est souvent tout à fait locale ; on trouve indifféremment, au-dessus, des bois, des prairies ou des terres cultivées, suivant l'état de désagrégation des couches et leur nature, qui varie du calcaire à l'argile.

Sur le Cénomanien, au contraire, il n'y a, en général, que des landes d'ajoncs avec des arbres mal venus.

Les couches A peuvent se reconnaître assez facilement à la présence de nombreux genévriers qu'on ne rencontre guère que sur elles et peut-être un peu sur l'Éocène inférieur, avec qui elles ont une certaine analogie de constitution.

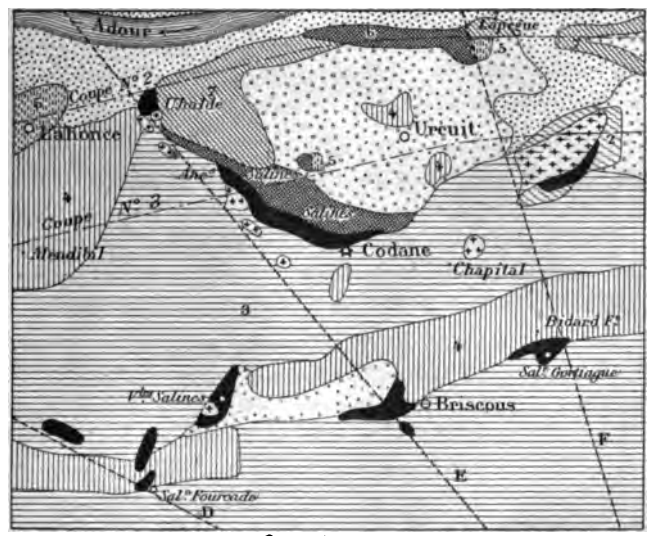
Le Nummulitique, le diluvium et l'ophite présentent, en général, des cultures à la surface. L'Éocène moyen montre souvent des séries d'effondrements en entonnoirs et des ruisseaux souterrains

recherches qu'il a, je crois, faites dans le pays cette année, viendront, je l'espère, confirmer mon opinion.

Sel. — Il ne me reste plus qu'à parler du sel ; c'est la question dont les conséquences pratiques sont les plus importantes pour la région. J'ai pu réunir des documents assez complets sur tous les sondages faits dans le pays qui m'occupe, mais leur publication m'entraînerait trop loin. Voici, en résumé, ce qu'on peut en conclure :

Le sel est actuellement exploité en six endroits :

1° Au puits Sainte-Barbe, au nord de Bassussary, sur la limite nord du massif ophitique d'Urdains et à la partie supérieure du Flysch, autant qu'on peut en juger par les affleurements voisins ; la stratification du sel paraît être N.N.O-S.S.E. avec plongement vers l'est ;



Croquis N° 3

(Même légende que pour le croquis n° 1).

2° A la saline Sainte-Marie, au nord de Villefranque, dans les mêmes conditions que la précédente, par rapport au deuxième massif ophitique et au Flysch ; la stratification est dirigée à 128° avec un plongement N.-E. fort ;

3° A la saline Fourcade, à trois kilomètres à l'ouest de Briscous, sur le passage de l'axe de la voûte de Mouguerre et également à la partie supérieure du Flysch ; le plongement, mal déterminé, paraît être vers le sud ;

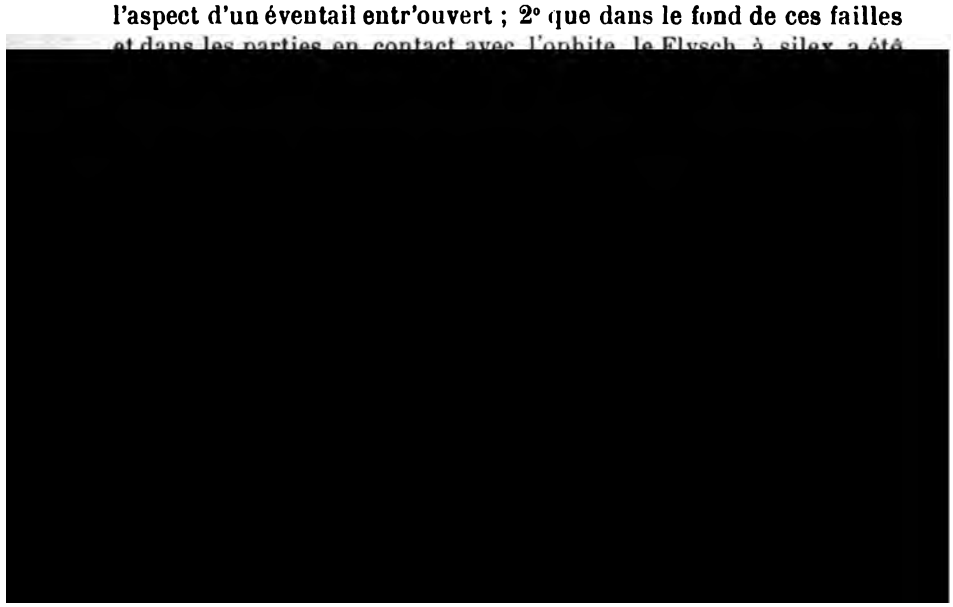
4° Aux vieilles salines de Briscous; le sel se trouve à 40 mètres de profondeur environ au nord du pointement ophitique; je n'ai pu me procurer aucun autre renseignement;

5° Tout le long du petit ruisseau qui se jette dans l'Ardanavy; au Moulin de Codane existe, à 30 ou 40 mètres de profondeur, un banc de sel paraissant avoir au moins 1500 mètres de long, 100 à 150 mètres de large et une épaisseur inconnue. Bien que sa surface soit horizontale, on aurait reconnu dans les couches un pendage vers l'est. Le gypse exploité sur le prolongement de la même faille repose sur des glaises bariolées salées qui plongent vers l'est, ainsi que le gypse. Comme l'indiquent les lambeaux voisins, on est à la partie supérieure du Flysch à silex. A l'ouest et au sud de Briscous, on trouve des glaises dans les mêmes conditions, mais je n'ai pas connaissance que des sondages y aient été faits;

6° Enfin, au sud de la ferme de Bidart, on exploite le banc de sel de Gortiague dont j'ai parlé plus haut (page 388) par l'eau salée; j'ai dit dans quelles conditions il se trouvait.

Les failles rayonnantes que j'ai signalées (et on peut même se demander, comme certains indices me le feraient croire, si la voûte de Mouguerre ne serait pas rompue suivant son axe dans le même sens que les autres) ont toutes, sauf celle du mamelon ophitique d'Urt, leur regard tourné vers le N.-E. et les gisements de sel sont tous au pied de l'escarpement et plongent du côté opposé au regard.

Il semble donc résulter de là : 1° qu'au moment de l'émergence de l'ophite, c'est-à-dire entre l'Éocène moyen et l'Éocène supérieur, il s'est produit une série de failles rayonnantes donnant au terrain l'aspect d'un éventail entr'ouvert ; 2° que dans le fond de ces failles et dans les parties en contact avec l'ophite, le Flysch à silex a été



cassé et a recouvert les marnes les plus voisines de l'ophite, paraissant ainsi intercalé entre les deux.

L'inclinaison prise par les couches salées serait la résultante des mouvements ultérieurs éprouvés par la région.

Conclusion.

En résumé, on voit que l'ophite, en introduisant une assez grande complication dans l'allure des couches, laisse cependant bien en évidence la direction à peu près E.-O. qui leur était attribuée par les anciens géologues, que leur succession est régulière, mais avec des divisions qui ne correspondent pas exactement à celles du bassin parisien, et que le Danien paraît manquer en entier aux environs de Bayonne.

Quant aux exploitations salifères, elles paraissent occuper tous les endroits où le sel existe en abondance.

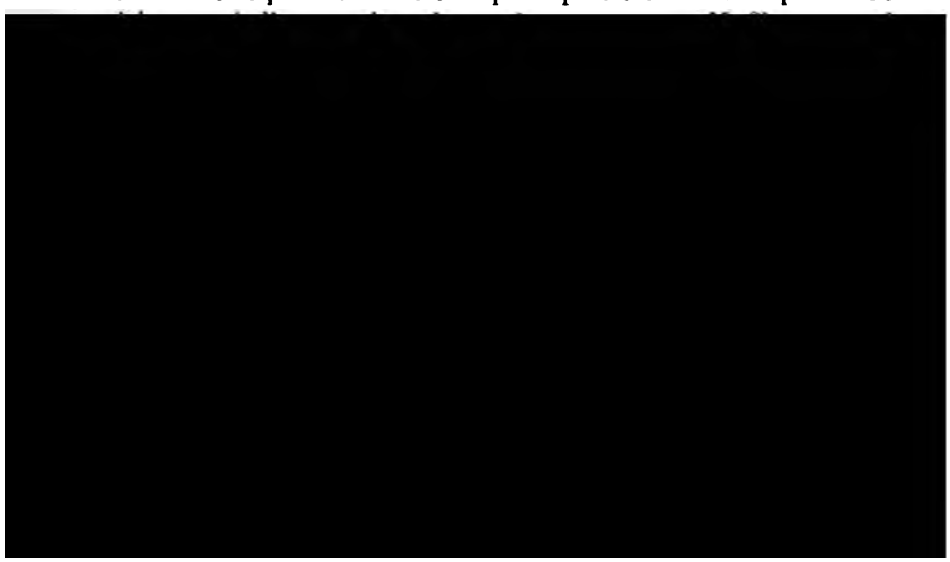
EXAMEN D'UNE SÉRIE DE FOSSILES PROVENANT DE L'ISTHME DE CORINTHE,

par M. le Docteur JOUSSEAUME (1).

Les coquilles dont je vais donner la liste ont été recueillies, pendant le cours des travaux exécutés pour le percement de l'isthme de Corinthe, par le regretté Fuchs, Ingénieur en chef des mines, et M. Quellennec, Ingénieur chef de la mission française et Ingénieur conseil de la compagnie de Corinthe ; il ne peut donc surgir aucun doute sur l'exactitude de leur provenance.

Les espèces rapportées par Fuchs furent déposées à l'Ecole des mines au laboratoire de M. le professeur Douvillé, et mises à ma disposition pour en faire l'étude. Celles que M. Quellennec a recueillies ont été envoyées à son beau-père, notre collègue et ami M. Chaper, qui a bien voulu me les communiquer et les apporter à l'Ecole des mines afin de pouvoir les comparer et les examiner à loisir.

Au congrès de Toulouse tenu par l'Association française pour l'avancement des Sciences, Fuchs, à la séance du 24 septembre 1887, a exposé la constitution géologique de l'isthme de Corinthe et désigné les différentes couches (2) qu'il signale par des lettres suivies de numéros ; ce sont ces lettres et ces numéros que l'on trouvera après chacune des espèces qu'il a recueillies, il suffira donc de consulter son mémoire pour connaître le point précis où il les a prises. Je



dirait sorties du même moule. Aussi est-ce sans hésitation que M. le marquis de Monterosato, qui s'occupe avec tant d'ardeur de la faune malacologique de la Méditerranée, a pu dénommer à première vue les espèces de Corinthe que M. Chaper avait soumises à son examen.

De mon côté, pour les espèces microscopiques que j'avais retirées des sables rapportés par Fuchs, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Dautzenberg, l'un des auteurs de la *faune méditerranéenne du Roussillon*. La facilité avec laquelle il a pu, après un court examen, m'en donner les noms, ne me laisse aucun doute sur leur complète similitude avec celles qui vivent encore dans la Méditerranée.

Pour la dénomination des coquilles de Corinthe, je me suis trouvé aux prises avec une autre difficulté. Les malacologistes modernes sont à peu près dans la même situation que les ouvriers de la tour de Babel ; aussi, pour se faire comprendre, ne sait-on quel terme employer. En adoptant la nomenclature lamarckienne, je produirais un mémoire d'outre-tombe, et en prenant les modernes pour guides je n'aurais été compris que des malacologistes qui suivent chaque jour les progrès de la nomenclature.

Je ne pouvais, pour sortir de cette impasse, prendre un meilleur guide que celui qui est en permanence et accessible à tous, à la collection de l'*Ecole des Mines*, l'une des plus complètes et des mieux installées de nos grands établissements d'instruction publique. Là, parmi les nombreux échantillons exposés, où l'on peut lire à livre ouvert le résumé des travaux de Paléontologie et de Malacologie, il sera facile de retrouver tous les noms qui vont suivre.

	C.4.	C.7.	G.1.	G.2.	G.4.
Purpura brandaris, Lin.					
Phyllonotus trunculus, Lin.					
Tritonalia tarentina, Lam.					
Ocinebrellus aciculatus, Lam.	c. 4.				
—					
Stramonita hæmastoma, Lin.					
—					
Simpulum succinctum, Lam.					
—					
Euthria cornea, Lin.					
—					
Fusus pulchellus, Phil.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *gracilis*, Mont.					
—					
Mitra zonata, Marryat.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
—					
Chelyconus mediterraneus, Brug.					
—					

	C.4.	C.7.	G.1.	G.2.	G.4.
Semicassis sulcosa, Brug.					
— *saburon*, Brug.					
—					
Nanina neritea, Lin.					
Bilinassa mutabilis, Lin.					
Tritia reticulata, Lin.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *pygmæa*, Lam.					
—					
Granula clandestina, Brocc.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
Cystiscus minuta, Pfr.	. .	. .	. .	. .	g 4.
—					
Luria lurida, Lin.					
Zonaria pyrum, Gmel.					
—					
Ringicula conformis, Montr.					
—					
Murex mediterraneus.					
Chenopus pes pelecani, Lin.					
—					
Columbella rustica, Lin.					
Pirenella conica, Payr.					
—					
Gourmierium vulgatum, Lin.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *rupestre*, Risso	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *pulchellum*, Phil.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
Bittium reticulatum, Da Costa.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *pusillum*, Pfr.					
Cerithiopsis tubercularis, Mont.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
var. *subulata*, Wood.					
Monophorus adversus, Mont.	c. 4.	. .	. .	. .	g. 4.
var. *obesula*, Montr.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
—					
Rophitoma brachystoma, Phil.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *striolatum*, Scacc.					

	C.4.	C.7.	G.1.	G.2.	G.4.
Parthenia excavata, Phil.	c.4.	. .	. .	. .	g.4.
— ***emaciata***, Brus.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***interstincta***, Mont.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***scalaris***, Phil.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***turbinoides***, Phil.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Turbonilla rufa, Phil.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Odostomia polita, Biv.	c.4.				
Eulima polita, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***intermedia***, Cant.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Eulimella acicula, Phil.	. .	. .	. .	.	g.4.
Paludestrina procerula, Palad.	. .	. .	g.1.		
Truncatella subcylindrica, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Solarium fallaciosum, Tiberi.					
Turritella communis, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***tricarinata***, Broc.	c.4.				
Mammilla luteostoma? Recl.					
Natica millepunctata, Lam.					
Neverita fusca, Blainv.	c.4.				
— ***nitida***, Don.					
— ***macilenta***, Phil.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Adeorbis subcarinatus, Mont.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Eutropia intermedia, Seace.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***pullus***, Lin.	c.4.	. .	. .	. .	g.4.
Tricolia Vieuxi, Payr.					
Bolma rugosa, Lin.					
Gibberula magulus, Desh.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***ardens***, V. Salis.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***pygmæa***, Phil.					
— ***Racketti***, Payr.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Clanculopsis cruciatus, Lin.					
Thalotia minutus, Chemn.					
Trochocochlea turbinata, Born.					
Fissurella gibba, Phil.	. .	c.7.			
Patella cærulea, Lin.					
Cæcum trachea, Mont.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***subannulatum***, de Fol.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Dentalium dentale, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— ***entale***, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.

	C 4.	C.7.	G.1.	G.2.	G.4.
Dentalium novemcostatum, Lam.	c.4.				
— *rubescens*, Desh.					
—					
Phyline aperta, Lin.					
Cylichna umbilicata, Mont.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
— *cylindracea*, Penn.					
Utriculus truncatulus, Brug.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
Amphisphyra hyalina ? Turt.					
Rocellaria dubia, Desh.	. .	c.7.	. .	. .	g. 4.
—					
Vagina marginata, Pult.					
Azor coarctatus, Gmel.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
Chama candida, Renier.					
— *strigillata*, Lin.					
—					
Saxicava rugosa, Lin.					
— *arctica*, Lin.					
—					
Neæra cuspidata, Oliv.					
—					
Erodona gibba, Oliv.					
—					
Gastrana fragilis, Lin.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
—					
Peronæa nitida, Poli.	. .	. .	. .	g. 2.	g. 4.
— *planata*, Lin.	c.4.				
— *ferrata*, Brocc.	c.4.				
Psammobia ferroensis, Chemn.					
—					
Syndosmya Renieri, Brocc.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
—					
Venus ovata, Penn.					
— *pectunculus*, Brocc.					
Callista chione, Lin.	. .	. .	. .	. .	g. 4.
Omphaloclathrum verrucosum, Lin.					g. 4.

[redacted]

	C.4.	C.7.	G.1.	G.2.	G.4.
Isocardia rustica, Lin.					
— *tuberculata*, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Cerastoderma edule, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— *papillosum*, Poli	c.4.	c.7.			
Globus gryphoides, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— *gryphinus*, Lam.	c 4.	c.7.			
Montacuta bidentata, Mont.					
Lepton squamosum, Mont.					
Arca Noæ, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Anomalocardia diluvii, Lin.					
Axinea pilosa, Lin.	. .	c.7.	. .	. .	g.4.
— *glycimeris*, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
— *violacescens*, Lam.					
Nucula nucleus, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Lembulus pella, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Chama antiquata, Lin.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Mytilus edulis, Lin.	c.4.				
— *galloprovincialis*, Lam.	c.4.				
— *minimus*, Poli.	c.4.				
Dactylus lithophagus, Lin.					
Pinna squamosa, Gmel.					
Mantellum inflatum, Gmel.					
Spondylus gœderopus, Lin.	c.7.	. .	. .	. .	g.4.
Pecten maximus, Lin.					
— *jacobæus*, Lin.	c.4.				
Æquipecten Andoini, Payr.	c.4.				
— *sulcatus*, Lam.					
— *glaber*, Lin.					
Pectunculus varius, Lin.					
— *pusio*, Lin.					
Anomia aspera, Phil.	. .	. .	. .	. .	g.4.
Ostrea edulis, Lin.	. .	c.7.			
— *Cernusii*, Payr.	. .	c.7.	. .	. .	g.4.
	20	9	4	1	73

En additionnant les 94 espèces suivies de la lettre caractéristique des couches où Fuchs les a recueillies, avec les espèces de la collection de M. Chaper, qui ne se trouvaient pas déjà parmi celles de

Fuchs, je suis arrivé pour les coquilles trouvées dans l'isthme de Corinthe au chiffre de 150 espèces. Toutes, excepté le *Murex mediterraneus* dont je vais parler, se trouvent encore à l'état vivant dans la Méditerranée.

A cette liste viendront s'ajouter, lorsqu'elles seront décrites, quelques espèces nouvelles dont la plupart me paraissent éteintes. La communication qui en a été donnée d'une façon si gracieuse et si désintéressée par M. Chaper me permet, après l'examen attentif que j'en ai fait, de donner à leur sujet l'impression qu'elles m'ont laissée.

Le *Murex mediterraneus* (vulgo *Strombus*) qui n'a encore été trouvé que dans les couches supérieures des terrains qui bordent la Méditerranée, me paraît identique à la forme tuberculeuse du *Murex bubonius*, espèce vivante de l'Océan Atlantique.

Il existe certainement une très grande différence entre le *M. mediterraneus*, avec sa spire courte et sa couronne de gros tubercules saillants, et la forme ordinaire du *M. bubonius* dont la coquille est allongée, boursouflée à la surface et dont la spire saillante est entourée à la base de tubercules mousses, qui même disparaissent complètement sur beaucoup d'individus; mais avec cette forme inerme du *M. bubonius* on trouve quelquefois des individus dont la spire est aussi courte et les tubercules aussi saillants que ceux des *M. mediterraneus*. Si, comme je le pense, ces deux espèces n'en forment qu'une, nous assistons là à une transformation dans la coquille, dont la forme primitive tend à disparaître en passant de l'état tuberculeux à la forme inerme.

L'enveloppe des Mollusques tient une trop large place dans tes études paléontologiques et géologiques, pour ne pas donner le résultat des observations que j'ai faites sur la variabilité de leurs

Indépendamment des variabilités naturelles, on en trouve de bien plus grandes encore sur les coquilles des espèces qui vivent dans les anfractuosités des madrépores. Ce n'est que par une lutte incessante avec l'envahisseur qui leur sert d'asile, que ces espèces peuvent éviter un enveloppement complet et une mort certaine. Pour celles qui sont armées d'une coquille calcaire épaisse et résistante, telles que les *Arca*, les armes sont égales et leurs déformations peu importantes, sauf l'usure qui atteint quelquefois toute l'épaisseur de leur armure; mais pour les espèces dont la coquille est mince ou peu consistante, telles que les *Maleagrina*, *Perna*, *Malleus*, etc., il leur faut se soumettre et suivre avec toutes leurs irrégularités l'accroissement des blocs madréporiques. Ce n'est que par un développement plus rapide et en prolongeant un peu leur extrémité siphonale en dehors du madrépore qu'elles peuvent échapper à un emprisonnement complet. Mais l'axe de vitalité qui préside au développement de chaque être s'écarte plus ou moins de la normale pour tous les individus des espèces de ce groupe, et leurs coquilles moulées sur le corps de l'animal affectent les formes les plus variées et les plus étranges.

Ces déformations, qui ne sont pour moi que des monstruosités, n'ont aucun rapport avec la variabilité des espèces douées de mimétisme telles que le *Tectus dentatus* Forskall, une des espèces les plus vigoureuses de la mer Rouge, où on la trouve à une faible profondeur sur les parois des rochers ou sur les récifs madréporiques. La forme de sa coquille est celle d'un cône à base plane, bordée à la périphérie d'une couronne de tubercules et de couleur vert olive.

Les coquilles des individus qui vivent sur les rochers à surface lisse ou à peine granuleuse et recouverte d'une mince couche d'enduit verdâtre, sont larges à la base, le cône de la spire est surbaissé et souvent de hauteur moins grande que le diamètre de la base. Les tubercules nombreux et peu saillants qui couronnent chaque tour disparaissent complètement sur le dernier tour ; la couleur de la coquille, lorsqu'elle n'est pas masquée par des incrustations de matières organiques ou calcaires semblables à celles qui couvrent la roche sur laquelle ils reposent, est d'un vert olive foncé.

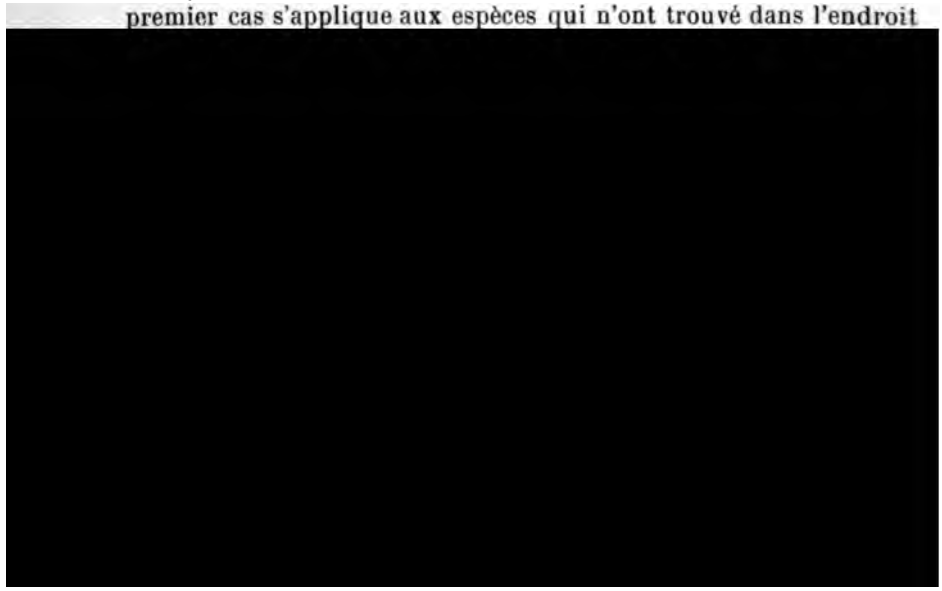
Le même animal, sur les récifs madréporiques, est enfermé dans une coquille qui diffère de la précédente par une hauteur exagérée de sa spire et l'étroitesse de sa base, dont le diamètre est souvent deux ou trois fois moins grand que la hauteur de la spire. Les tubercules des derniers tours sont beaucoup moins nombreux, très

gros et très saillants ; sa couleur est blanc-grisâtre, légèrement teintée de jaune ou de violet ; indépendamment de sa forme plus élancée, il atteint également une taille beaucoup plus grande.

Le malacologiste qui n'aurait pour guide que ces deux formes extrêmes, les attribuerait sans hésitation à deux espèces distinctes. Je crois même avoir vu cette distinction dans une de nos collections publiques. Une erreur semblable ne peut être commise si l'on possède toute la série des intermédiaires. La forme et l'aspect de ces échantillons sont toujours en rapport avec les rugosités plus ou moins accentuées des rochers et la plus ou moins grande vitalité des récifs madréporiques sur lesquels ils habitent.

Si l'examen de ces formes intermédiaires n'était pas suffisant pour s'en convaincre, il suffirait d'avoir recours à l'étude des jeunes, qui sont tous semblables jusqu'au deuxième tour après ceux de la période embryonnaire. La coquille à cette époque a une base beaucoup plus large que la hauteur de la spire, les tubercules sont toujours très nombreux et peu saillants, et la couleur est d'un beau vert olive quelquefois maculé de taches rouges ; ce n'est que plus tard, c'est-à-dire après le premier ou le second tour, que l'animal modifie sa forme, ses ornements et sa couleur pour les mettre en rapport avec son habitat.

Il est probable que les *Murex mediterraneus* et *bubonius*, réunis en une seule espèce, ont suivi la même loi, et que leur disparition dans la Méditerranée doit être attribuée à un cataclysme, qui a fait disparaître le sol qu'ils recherchent pour habitat, et qui a changé la configuration de la Méditerranée. La disparition locale de cette espèce, au milieu de tant d'autres qui lui ont survécu, ne serait pour moi que le résultat de son peu de vitalité ou de son épuisement. Le premier cas s'applique aux espèces qui n'ont trouvé dans l'endroit



Corinthe par M. Quellennec. Contrairement à l'opinion des malacologistes de la faune méditerranéenne, je crois cette espèce encore vivante dans la Méditerranée, où elle se trouve localisée à d'assez grandes profondeurs. M. Dautzenberg a reçu d'un marchand une *Mammilla* recueillie sur les côtes d'Algérie, à laquelle il n'a attaché aucune importance. J'ai également dans ma collection trois individus semblables à ceux de l'isthme de Corinthe dans l'ouverture desquels j'ai trouvé inscrit le mot Méditerranée. Ces deux faits, malgré leur coïncidence, ne peuvent certainement pas convaincre, mais ils laissent planer le doute.

Je serai plus affirmatif sur l'identité de la *Mammilla* de l'isthme de Corinthe avec la *Mammilla lactea* de Guilding, espèce assez variable que l'on trouve disséminée dans l'Océan Atlantique. J'ai plusieurs fois comparé les individus de ces deux provenances sans découvrir un seul caractère spécifique à l'aide duquel on puisse les distinguer.

A propos de cette espèce, je dois signaler un caractère qui marque toutes les espèces de *Mammilla* de l'Atlantique et des côtes américaines du Pacifique, et qui ne se trouve qu'exceptionnellement sur les espèces du même groupe recueillies dans l'Océan Indien. Presque toutes les espèces américaines (et celle de Corinthe) ont sur l'épaisse callosité du bord columellaire un sillon transverse plus ou moins profond, mais toujours très apparent. Ce sillon ne se rencontre qu'exceptionnellement sur les espèces de l'Océan indien.

Comme pour le *Murex mediterraneus*, je crois l'apparition de cette espèce antérieure au début de la période quaternaire.

Indépendamment des espèces dont je viens de faire l'énumération, se trouvent, parmi celles recueillies par M. Quellennec, quelques espèces nouvelles qui me paraissent éteintes. Ces espèces seront certainement décrites par notre savant collègue et ami M. Chaper, qui pourra à leur sujet compléter une étude à peine ébauchée, et donner, avec beaucoup plus de compétence que je ne puis le faire, un aperçu général de la formation de l'isthme de Corinthe.

Parmi ces espèces, dont le nombre est des plus restreint, les suivantes ont surtout attiré mon attention :

1° Un Troque du groupe des *Thalotia*, qui se distingue des espèces du même groupe vivant actuellement dans la Méditerranée par sa taille exagérée, sa forme un peu ventrue, la carène de son dernier tour plus arrondie et moins saillante et la délicatesse des ornements qui le couvrent.

2° Une coquille rappelant par sa forme et ses dimensions le

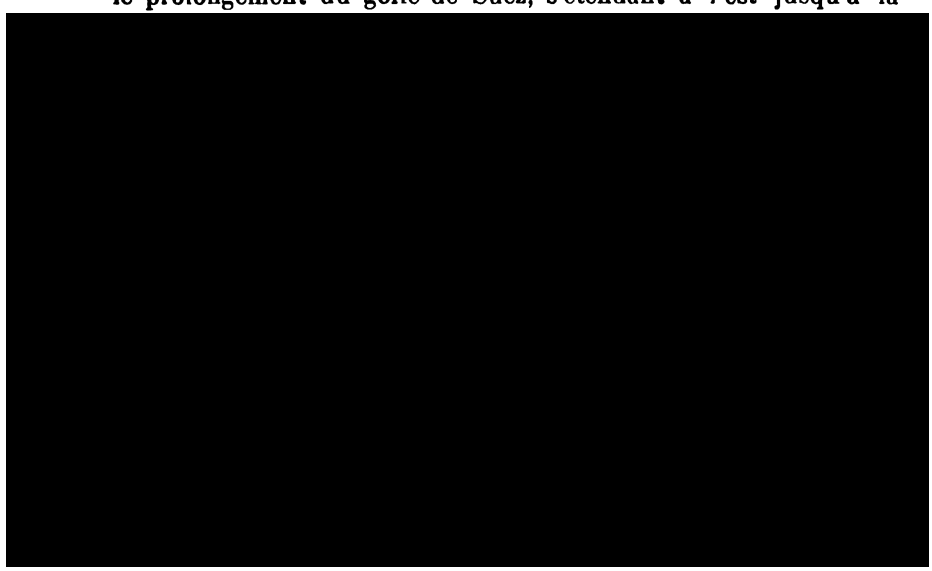
Fossarus clathratus de Philippi. Mais son mode d'ornementation est tout différent (1).

2° Deux *Néritines* du genre *Smaragdia*, dont l'une est ornée sur la callosité du septum de l'ouverture de petites côtes transverses, saillantes et assez régulièrement espacées. Je n'avais encore observé ce caractère sur aucune des nombreuses Néritines vivantes connues.

Les coquilles de ces deux espèces, quoique recueillies au milieu de coquilles marines, ont beaucoup plus d'analogies avec les Néritines fluviatiles qu'avec les Néritines marines.

Ces espèces appartiennent certainement à une faune distincte des précédentes. Se trouvent-elles dans l'isthme de Corinthe dans un gisement plus ancien, ou sont-elles arrivées jusqu'à la période quaternaire pour s'y éteindre? Ces questions ne peuvent être résolues que par l'examen du point précis de leur habitat. Quoiqu'il en soit, le fait de leur disparition à une époque déjà reculée, et les étranges caractères qui marquent quelques-unes d'entre elles, reculent leur apparition à une époque bien antérieure à toutes celles qui se trouvent mentionnées dans la liste précédente.

Lorsque, pour ce mémoire, j'ai comparé les coquilles de l'isthme de Corinthe aux espèces méditerranéennes, je voyais se dérouler sous mes yeux le tableau que j'avais déjà observé en comparant les fossiles des plages soulevées des bords de la mer Rouge avec les espèces vivantes de cette mer. L'analogie entre ces deux termes de comparaison est telle, que l'on peut admettre comme de la même époque l'atterrissement de l'isthme de Corinthe et celui des plages soulevées, et considérer, en la faisant remonter à une époque bien antérieure comme simultanée, l'apparition de la mer Rouge, de la mer Egée et de toute la partie de la Méditerranée qui se trouve dans le prolongement du golfe de Suez, s'étendant à l'est jusqu'à la



tion s'est effectuée avec ensemble, régularité et sans solution de continuité, et elle a tracé à la mer Rouge des limites qui deviennent de plus en plus étroites. Le développement rapide des nombreux récifs madréporiques et la continuelle accumulation des matières organiques et inorganiques conduisent à son atterrissement, de sorte que la mer Rouge qui, de toutes les mers, est apparue l'une des dernières, sera l'une des premières à disparaître si rien ne vient interrompre l'état actuel des choses.

La faille immense occupée au centre par la mer Rouge ne présente plus la même régularité dans son prolongement au nord et au sud. Je passe sous silence cette dernière extrémité dont l'étude a été faite, pour donner succinctement un aperçu général de son extrémité nord.

A partir du cap Mohamed, la faille est divisée en deux parties inégales et divergentes par un massif de montagnes dont le Sinaï est un des points culminants. Dans le prolongement de la plus courte de ces branches occupée par le golfe Akaba se trouvent les lacs isolés de la Palestine, où sont venues s'éteindre de ce côté les forces de rupture qui ont agi dans cette région.

Ces forces semblent au contraire avoir conservé dans l'autre branche, celle du golfe de Suez, une intensité plus grande et s'être prolongées, après une interruption d'une faible étendue dans la Méditerranée, trouvant en ce point un élément favorable au développement de leur intensité ; elles auraient élargi le champ de leur action et creusé toute la partie est de la Méditerranée. C'est ce mouvement qui aurait inauguré la période quaternaire.

Je me résume en disant :

Les coquilles de l'isthme de Corinthe appartiennent à deux faunes distinctes.

L'une, tertiaire, représentée par un très petit nombre d'espèces qui ont pu, avant de s'éteindre, assister au début de la période quaternaire.

L'autre, quaternaire, représentée par un grand nombre d'espèces qui est à celui des espèces de la faune précédente : : 20 : 1.

L'atterrissement de l'isthme de Corinthe et les plages soulevées des bords de la mer Rouge sont de la même époque et le résultat d'une cause unique dont les effets se manifestent depuis la Grèce jusqu'au milieu de l'Afrique.

NOTE SUR QUELQUES ROCHES DES COLLINES EUGANÉENNES,

par S. **BERTOLIO** (1).

Pl. XIII.

Les roches volcaniques des collines Euganéennes, bien que citées et sommairement étudiées dans tous les traités de pétrographie, n'ont fait l'objet que d'un nombre relativement restreint de travaux. Parmi les plus récents, on peut citer principalement les suivants :

En 1864, vom Rath a publié une note sur quelques roches de cette région (2); il est revenu en 1884 sur le même sujet (3).

En 1865, M. Szábo (4) a donné une relation des observations faites par lui dans les collines Euganéennes.

Plus tard, en 1870, M. Pirona (5) a recueilli le résultat des études effectuées par MM. Zigno (6), Szábo et vom Rath en y ajoutant beaucoup d'observations fort intéressantes.

M. Cossa a signalé (7) l'existence de la lithine dans quelques roches euganéennes.

En 1877, M. E. Reyer a publié un mémoire « die Euganeen », qui est encore aujourd'hui, au point de vue général, le plus important qui ait paru sur cette région.

Plus récemment, M. Negri a décrit (8) quelques basaltes de cette région ainsi que les tufs de Teolo. Enfin, MM. Groeff et Braune (9)

Je me suis proposé dans cette note, non pas de faire une étude complète des roches des collines euganéennes, mais de décrire quelques roches provenant de divers points de ce massif volcanique. Les documents que j'ai étudiés ont été recueillis par M. Omboni, professeur à l'Université de Padoue et par M. Lacroix, professeur au Muséum, qui ont bien voulu me les communiquer.

APERÇU TOPOGRAPHIQUE DES COLLINES EUGANÉENNES

Les collines dont nous décrirons divers types de roches sont situées à quelques kilomètres au sud-ouest de Padoue. Elles forment une série d'éminences au milieu de la plaine, dans la fertile vallée du Pô.

Les Euganéens occupent une surface d'environ 200 kilomètres carrés et forment dans leur ensemble presque une ellipse dont le plus grand axe est dirigé du nord au sud.

Cette région est très populeuse, les villages y sont nombreux. Au sud-ouest, sur les dernières pentes des collines, se trouvent une série de petites villes : Este, Monselice, Battaglia, etc.

Presque au centre de l'ellipse dont nous venons de parler, s'élève le *Monte Venda*, le sommet le plus élevé du système (580 m.) et, au point de vue géologique, peut-être le plus important (1).

Au nord du Monte Venda se trouvent les importants bassins de *Teolo* et de *Pendise*; les collines se continuent dans cette direction avec les *M^ti Grande, della Madonna, Sonzina*, etc. jusqu'au *M^te Merlo*.

A l'est du Monte Venda s'ouvre la vallée de *Galzignano*, dans laquelle se trouve le village de Cingolina, au nord-est le *Monte Rua* et plus loin, vers Padoue, les *M^ti Trevisan, Alto, Oliveto*.

La partie plus orientale des Euganéens est occupée par le groupe du *Monte Sieva* avec ses dépendances.

A l'ouest du Venda s'élève le *Monte Vendevole* tandis que, au sud, le groupe des Euganéens est beaucoup plus développé et arrive jusqu'à Este : les *M^ti Ventolon, Rusta, Fasolo, Ricco, Castello* se trouvent dans cette région.

Au sud-ouest du Monte Venda on rencontre *Fontana fredda* avec des lambeaux de *biancone*, et au sud-est, le village d'Arquà, rendu célèbre par le séjour de Pétrarque.

Aux alentours de la masse principale des Euganéens s'élèvent des collines isolées qui cependant, au point de vue géologique, sont

(1) Suess. Der vulcan Venda bei Padua. Wien. *Sitz. der K. Akad. der Wissensch.* Band. LXXI. 1875.

étroitement liées au système principal. Qu'il nous suffise de citer *Monselice, Lispida, S. Daniele, Monte Ortone, Monte Rosso, Monte Merlo, Lozzo*, etc.

D'après M. Reyer, l'âge des roches volcaniques des collines Euganéennes est compris entre le Jurassique supérieur et l'Oligocène. D'après M. Misali-Pencati, il faut admettre la cessation de la période éruptive au Miocène.

Actuellement, un grand nombre de sources thermales et gazeuses sont les seuls témoins de l'ancienne activité volcanique.

J'ai divisé les roches dont je donnerai la description en cinq groupes principaux, qui sont :

1° *Rhyolites*; 2° *Trachytes*; 3° *Andésites*; 4° *Labradorites*; 5° *Basaltes*.

Les deux premiers groupes sont de beaucoup les plus fréquents et les plus variés.

RHYOLITES

J'ai rangé sous cette dénomination toutes les roches qui présentaient du quartz bipyramidé, c'est-à-dire du quartz avec forme cristalline propre, à contours géométriques, et dont l'origine primordiale ne peut être douteuse. Les rhyolites des Euganéens sont connues depuis longtemps. Dondi (1) avait remarqué l'existence du quartz dans la pâte de certaines roches trachytiques. D'après Dal Rio (2), ce serait Senoner, marchand de minéraux à Venise, qui aurait le premier trouvé à S. Daniele un trachyte avec des cristaux de quartz, disséminés dans la pâte.

M. Dal Rio appela ce trachyte *porphyrique* et *quartzifère* et le rap-

deux espèces qui correspondent mieux aux deux modes de formation du quartz qu'on y rencontre.

Ces rhyolites sont blanches ou colorées en jaunâtre ou en rougeâtre, très clair. — Les spécimens qui montrent des colorations grisâtres foncées sont les plus compacts. Ces variations d'aspect sont dues, comme on le verra plus loin, à des actions secondaires. Les variétés compactes doivent être considérées comme des accidents du type normal.

Souvent, dans les rhyolites des Euganéens que j'ai examinées, le quartz et le feldspath sont nettement visibles à l'œil nu; quelquefois, au contraire, ces minéraux ne sont pas perceptibles, même avec le secours d'une loupe.

Dans cette série, les échantillons sont, en général, pauvres en minéraux ferro-magnésiens, à l'exception de ceux de Teolo, de Venda et Rua, qui montrent, avec le quartz et le felspath, du mica noir très polychroïque et de la hornblende en grands cristaux isolés et à l'état d'inclusions dans le feldspath. — La présence de ces minéraux semble entraîner celle du fer oxydulé, du sphène et du zircon, qui sont généralement en cristaux très nets.

Une seule rhyolite, recueillie à Venda, présente dans le magma de nombreux et très petits microlites de biotite accompagnant la sanidine.

Je décrirai brièvement les éléments principaux des rhyolites que j'ai étudiées.

Le *Quartz* se présente en cristaux bipyramidés de deux à trois millimètres. Les angles ne sont presque pas arrondis et les bords rarement corrodés. Les cristaux brisés sont rares. Quelquefois, au contraire, les cristaux de quartz sont auréolés par développement de quartz secondaire qui est venu s'orienter autour des grands cristaux déjà formés : les contours nets disparaissent, les bords du cristal vont alors en se dégradant et se confondent avec le magma.

Ces cristaux de quartz bipyramidés sont dépourvus d'inclusions liquides ou gazeuses, les inclusions vitreuses y sont très rares.

Les grands cristaux de *sanidine* se montrent fendillés comme à l'ordinaire ; ils sont presque toujours brisés.

L'écartement des axes optiques est très faible, de telle sorte que si l'on examine en lumière convergente une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë, les hyperboles presque réunies simulent une croix noire, fait qui, du reste, est presque général dans ce genre de roches.

Dans une rhyolite de Porto on trouve, avec la sanidine, du feldspath triclinique à mâcles très fines et à très petits angles d'extinc-

tion. Comme la sanidine, il est en débris et il n'est pas rare d'observer un fragment de ce feldspath englobé dans un cristal de sanidine qui s'est orienté sur lui.

Le magma est formé par un verre incolore, montrant souvent des traces d'étirement. Il renferme parfois des microlites de sanidine, allongés suivant la zone $p\ g^1$ (001) (010). Dans une rhyolite de Venda, contenant de grands cristaux de mica noir, d'anorthose, etc., les microlites feldspathiques sont très aplatis suivant g^1 (010).

Le plus souvent, dans les échantillons que j'ai étudiés, le verre a disparu et les microlites sont peu visibles, à cause de l'abondance du quartz spongieux qu'on rencontre dans le magma. Dans quelques échantillons, il prend un développement tel, qu'il se substitue complètement à ce dernier, entraînant un changement fort sensible dans l'aspect extérieur de la roche.

Celle-ci devient alors très compacte, présente des cassures nettement conchoïdales, raye le verre et, frappée avec l'acier, donne des étincelles comme le silex.

La silice se trouve à plusieurs états dans la pâte de ces rhyolites. On trouve tout d'abord les éponges siliceuses dont il vient d'être question : elles moulent les microlites et constituent des globules à extinction uniforme. C'est un des types du quartz globulaire de M. Michel Lévy. Aux alentours du quartz bipyramidé, ces éponges quartzeuses s'orientent autour de celui-ci, pour former les quartz auréolés dont il a été question plus haut (pl. XIII, fig. 1).

Ces éponges siliceuses sont fréquemment moulées par du quartz en plages homogènes. Celui-ci est limpide et plus biréfringent que le quartz globulaire qui s'est développé dans la matière vitreuse et en est sans doute encore imprégné. C'est sous cette forme que nous retrouverons le quartz comme produit secondaire

primordiale. Ce fait plaide pour l'existence dans la région de rhyolites à sphérolites. Notons toutefois que dans d'autres préparations de la même roche, on serait tenté d'admettre que les sphérolites, à cause de leur distribution, ont une origine secondaire.

Les sphérolites du premier échantillon dont je viens de parler montrent en lumière naturelle une structure fibreuse très nette, grâce à l'existence d'une matière brunâtre séparant les fibres élémentaires des sphérolites, qui, en lumière polarisée, présentent le phénomène de la croix noire. Ces sphérolites sont séparés les uns des autres par du quartz. Quand on examine avec un fort grossissement le contact du quartz et du sphérolite, on constate que celui-ci est hérissé de pointes cristallines, constituées par des baguettes, s'éteignant très près de leur allongement, de signe négatif et possédant une réfringence et une biréfringence plus faibles que le quartz. Toutes ces propriétés ne laissent aucun doute possible sur leur nature feldspathique.

TRACHYTES

Les nombreux trachytes que j'ai examinés présentent entre eux une assez grande analogie. Ce sont des trachytes non augitiques, généralement pauvres en éléments ferrugineux ; les distinctions que l'on peut y établir reposent sur la nature des cristaux du premier temps de consolidation (feldspaths, mica, hornblende et pyroxène).

Presque tous ces trachytes renferment par places du quartz, qui est parfois très abondant (pl. XIII, fig. 2) : je l'ai considéré comme secondaire. L'absence de quartz bipyramidé m'a servi de criterium pour distinguer ces trachytes quartzifiés des rhyolithes.

J'ai observé les divers types pétrographiques suivants :

a) *Trachytes à mica noir.* — Dans ces roches qui sont fort abondantes, le mica noir est toujours visible à l'œil nu. Il existe en proportion variable.

Les feldspaths sont souvent transformés en matière jaune ou rougeâtre. Quand alors on les examine au microscope, on voit au milieu d'une matière amorphe de très petites lamelles micacées.

Dans un même trachyte, on observe souvent des cristaux absolument intacts et d'autres complètement transformés. Ce fait, qui avait été déjà signalé par M. Dal Rio, n'est guère explicable qu'en admettant l'existence dans les roches de deux feldspaths de composition différente.

Les échantillons de trachyte à mica noir que j'ai observés provenaient des localités suivantes :

Du dyke de Pendise, du flanc N-O du Monte-Venda, du Monte-Rosso, du Sieva, de Fontana fredda, de Teolo, des carrières de Trevisan. Un échantillon a été recueilli entre le village de Teolo et Pendise et un autre sur le chemin du Monte Venda à Rua.

Les échantillons de ces trois dernières localités proviennent de filons intercalés dans le *biancone* et la *scaglia*.

La composition minéralogique de cette série est la suivante :

I. Zircon, apatite, sphène, mica noir, fer oxydulé, oligoclase, sanidine, anorthose.

II. Sanidine, oligoclase, fer oxydulé.

III. Quartz, tridymite, chlorite.

Parmi les minéraux du 1er temps, le plus important est le *mica noir*, car il est l'élément ferromagnésien essentiel de cette série.

Il renferme des inclusions d'apatite, de magnétite, de petits zircons, ces derniers peu abondants : il se montre, en outre, souvent bordé d'une couronne de magnétite. Dans tous les échantillons que j'ai examinés, le mica noir est antérieur au feldspath ; cependant dans des roches provenant du Monte Venda, il le moule.

Le *feldspath* dominant dans cette série de roches est la sanidine ; elle est souvent décomposée et se présente en cristaux brisés et ressoudés; quelquefois, mais rarement, les cristaux de feldspath sont zonés.

L'oligoclase se présente en fines lamelles hémitropes et sa consolidation s'est toujours effectuée avant celle de l'orthose.

Il n'est pas rare dans ces trachytes de rencontrer des plages de feldspath triclinique à mâcles très fines qu'il faut rapporter à l'anorthose.

aplatis suivant g^1 (010), quelquefois allongés suivant la zone pg^1 (001) (010) : ils montrent fréquemment la mâcle de Carlsbad.

Les microlites d'oligoclase sont rares et on ne les rencontre qu'accidentellement dans un petit nombre d'échantillons.

La structure fluidale du magma n'est pas toujours visible; du reste, dans les trachytes riches en quartz, la disposition des microlites ne peut être facilement saisie. Ce quartz secondaire moule les microlites de feldspaths et les épigénise progressivement (pl. XIII, fig. 2).

J'ai rencontré la tridymite en formes nettes dans les trachytes du Monte Novo et du Monte Fasolo, où elle tapisse de petites géodes qui ont été remplies postérieurement par du quartz. La tridymite se présente au microscope en lamelles hexagonales qui restent constamment éteintes en lumière polarisée, au milieu de la plage biréfringente de quartz.

Un trachyte de Pendise montre des traces de phénomènes dynamiques assez intenses : le mica noir est plissé, les cristaux de sanidine sont tordus et présentent des extinctions roulantes.

A ce type peuvent être rattachés des trachytes quartzifiés du flanc N.-O. du Venda, de Fontana Fredda, de Cingolina, du Monte Fasolo et du Monte Rusta.

b) Trachytes à mica noir et à augite. — Dans le trachyte du Monte Rosso, l'augite est associée en grands cristaux au mica noir : le feldspath le plus abondant est le labrador. Le mica noir, riche en inclusions d'apatite et de magnétite, présente presque toujours une mince couronne de fer oxydulé. L'augite est verte, son extinction dans g^1 (010) rapportée au clivage est d'environ 40°.

Les microlites sont peu aplatis, ils tendent plutôt à prendre des formes trapues.

Le trachyte du Monte Rosso offre un fort bel exemple de structure de retrait columnaire. Il a été décrit et figuré par M. Stange.

Vom Rath a décrit le trachyte du Monte Rosso (*Sanidin-Oligoklas-Trachyt*). Une analyse lui avait donné les résultats suivants :

Silice	65.16
Chaux	3.35
Alumine	15.20
Fer	5.09
Magnésie	1.50
Potasse	4.07
Soude	5.30
	99.67

MM. Pirona et Reyer ont conservé à cette roche la dénomination que lui avait donnée vom Rath, et lui ont rattaché les trachytes des Monti Merlo, Ortone et Bello, etc. Le trachyte du Monte Rosso renferme de nombreuses enclaves de gneiss.

Ce trachyte appartient à un type qui n'est pas rare dans le Plateau Central de la France et notamment dans le Cantal, aux Chazes, près du Lioran. Dans ce gisement, M. Lacroix a rencontré des enclaves de gneiss qui présentent les mêmes modifications que celles du Monte Rosso.

A cette même série de trachytes se rattache la roche de Zovon, dans les cavités de laquelle se trouvent les énormes cristaux bien connus de tridymite (1). Ils sont accompagnés par de la calcite, de la pyrite, de la molybdénite et d'autres minéraux.

Ce trachyte a été désigné par vom Rath et par MM. Pirona et Reyer, sous le nom d'*Oligoklas-Trachyt* (2).

Vom Rath en a donné l'analyse suivante :

Silice	67.98
Alumine	13.05
Fer	5.69
Chaux	1.63
Magnésie.	0.14
Potasse.	3.23
Soude	7.96
	99.68

Ce savant attribuait la haute teneur en silice à la présence de quartz, car il n'y avait pas rencontré de sanidine.

La roche de Zovon est un trachyte compact, à grands éléments.

La couleur est variable ; tantôt elle est claire avec une nuance verdâtre, tantôt elle est colorée en jaune plus ou moins sale.

Bien que les nombreuses cavités de ce trachyte soient tapissées d'énormes cristaux de tridymite, je n'ai pu constater l'existence de ce minéral dans les lames minces taillées dans la roche volcanique.

Il est fort vraisemblable que la tridymite a dû exister cependant dans ce trachyte. Elle a dû subir le même sort que celle des géodes, qui sont épigénisées par du quartz, comme l'a montré M. Mallard (1). Cette manière de voir est justifiée par l'abondance du quartz aux alentours des géodes. Ces pseudomorphoses ne peuvent être regardées que comme le résultat d'un phénomène secondaire, postérieur à la consolidation de la roche; elles constituent un argument précieux en faveur de l'origine secondaire du quartz des trachytes des collines euganéennes.

c) Trachyte à mica noir, hornblende et augite. Le plus beau trachyte de ce type est celui qui est exploité dans les carrières de Monselice; il correspond au *Plagioklas-Sanidin-Trachyt* de M. Reyer.

A l'œil nu, on y distingue de grands cristaux de feldspath qui, le plus souvent, sont partiellement décomposés : ils apparaissent alors sous des formes globulaires, recouverts d'un enduit de couleur blanche ou jaune et ressortant bien sur le fond de la roche qui est généralement teinté un peu plus fortement.

La biotite, bien que clairsemée, n'est jamais absente.

La hornblende, au contraire, ne se trouve pas dans tous les trachytes de Monselice. Accidentellement on trouve de beaux cristaux du même minéral atteignant plusieurs centimètres de longueur.

Les échantillons que j'ai examinés peuvent se rapporter à deux types entre lesquels existent des passages graduels : l'un est pauvre en éléments colorés (mica noir) tandis que l'autre, au contraire, en renferme en abondance (hornblende et augite).

La composition minéralogique du type le plus riche en éléments colorés est la suivante :

I. Zircon, apatite, sphène, magnétite, mica noir, hornblende, augite, oligoclase, sanidine, anorthose.

II. Sanidine, anorthose, augite.

Le mica noir se présente comme dans tous les types de trachytes à biotite que je viens de décrire ; peut-être la couronne de magnétite qui entoure presque toujours les sections de biotite est-elle plus développée dans les échantillons de Monselice.

Parmi les éléments accessoires, il faut remarquer que le zircon, rare dans les autres trachytes des Euganéens que j'ai étudiés, se

(1) *Bull. Soc. franç. minéralogie*, XIII, n° 5. 1890.

rencontre assez souvent dans les roches de Monselice : de même l'apatite, qui, dans ces roches, est relativement rare et toujours en très petits éléments, est, au contraire, abondante dans les trachytes de la localité qui nous occupe ici et y forme de fort beaux cristaux, quelquefois polychroïques, dont la partie centrale est rendue brunâtre par de nombreuses inclusions.

La hornblende est brune, souvent jaunâtre; elle se présente ordinairement en cristaux de un à deux millimètres de longueur, avec généralement les faces m (110), h^1 (100), g^1 (010), bien nettes. Leur polychroïsme en lames minces est :

n_g = brun ou jaune verdâtre foncé.
n_m = jaunâtre.
n_p = jaune verdâtre pâle.

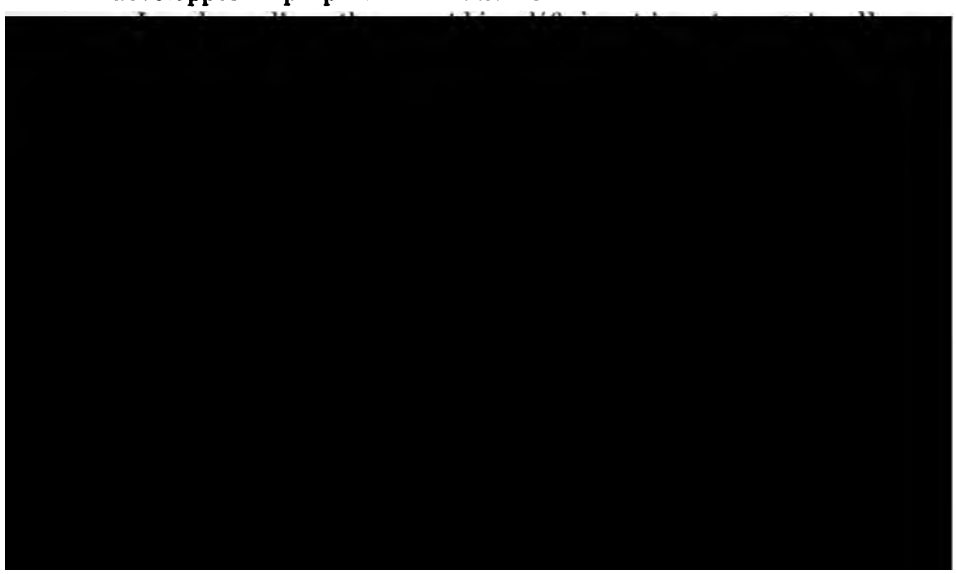
L'extinction dans g^1 est presque parallèle au clivage.

Parfois, les cristaux sont fusiformes et entourés d'une bordure de magnétite : dans quelques cas, ils sont complètement résorbés. Les inclusions les plus fréquentes sont constituées par de l'apatite et de la magnétite, plus rarement par des zircons.

L'augite est verte et polychroïque dans les teintes suivantes :

n_g = vert d'herbe.
n_m = vert pomme.
n_p = jaune verdâtre.

L'extinction est d'environ 45° sur g^1 (010). Le feldspath se présente sous forme de gros cristaux et de larges plages sans contours géométriques; les cristaux sont quelquefois décomposés dans la partie centrale, à laquelle la partie intacte forme un squelette externe. Le feldspath dominant est la sanidine; cependant l'anorthose y est développée en proportions fort notables.



sans ordre dans la roche lui donnent un aspect bien différent du précédent et rappelant les phonolites. Ce cachet phonolitique ne se présente aussi caractérisé dans aucun autre des trachytes des Euganéens que j'ai examinés. Ces microlithes sont formés par de l'orthose et par un feldspath triclinique à fines mâcles déjà signalé par M. Rosenbusch et qui paraît être de l'anorthose.

Les microlites de sanidine sont accompagnés par des microlites d'augite trop peu nombreux pour que l'on puisse qualifier la roche d'augitique.

Ces trachytes de Monselice offrent de grandes analogies de structure et de composition minéralogique avec les trachytes du Drachenfels (Siebengebirge). Ils présentent des phénomènes de quartzification souvent intenses.

On peut aussi leur comparer divers trachytes du Mont-Dore et du Velay et particulièrement celui de Monac. Ce rapprochement est intéressant, car dans ce dernier gisement, aussi bien qu'à Monselice, M. Lacroix a trouvé et décrit des enclaves presque identiques et consistant, soit en *sanidinites*, soit en *gneiss modifiés*; j'emprunte la description suivante à l'ouvrage que ce savant est sur le point de faire paraître :

« Les sanidinites (1), dit-il, sont à grands éléments, leurs interstices miarolitiques sont tapissés de produits ferrugineux brunâtres. — Au microscope, on constate que le feldspath qui les constitue est presque entièrement de l'anorthose. Il existe, en outre, de gros cristaux de zircon, de l'apatite, un peu de sphène et de fer titané, de la biotite et, plus rarement, de l'augite.

» Localement, le magma trachytique a pénétré dans l'enclave et, comme cela est général dans de semblables cas, a recristallisé, soit sous forme de longs microlites, soit sous celle de grains ou cristaux isométriques. La roche ainsi produite est tantôt holocristalline, tantôt accompagnée d'un peu de matière vitreuse. La biotite y est plus rare que dans la sanidinite, l'augite plus abondante : cette dernière moule souvent les cristaux de feldspath, donnant ainsi naissance à la structure ophitique qui ne s'observe normalement ni dans les sanidinites, ni dans les trachytes.

» Enfin les phénomènes secondaires, qui ont si profondément modifié quelques-unes des roches de cette région, sont aussi reconnaissables dans cette sanidinite. Ils y ont développé du quartz remplissant les interstices miarolitiques de la sanidinite et de son contact avec le trachyte. Ce quartz à structure granitique donne à

(1) Les enclaves des roches volcaniques, p. 385. Mâcon, 1893.

quelques plages de ces roches, l'apparence d'un véritable granite.»

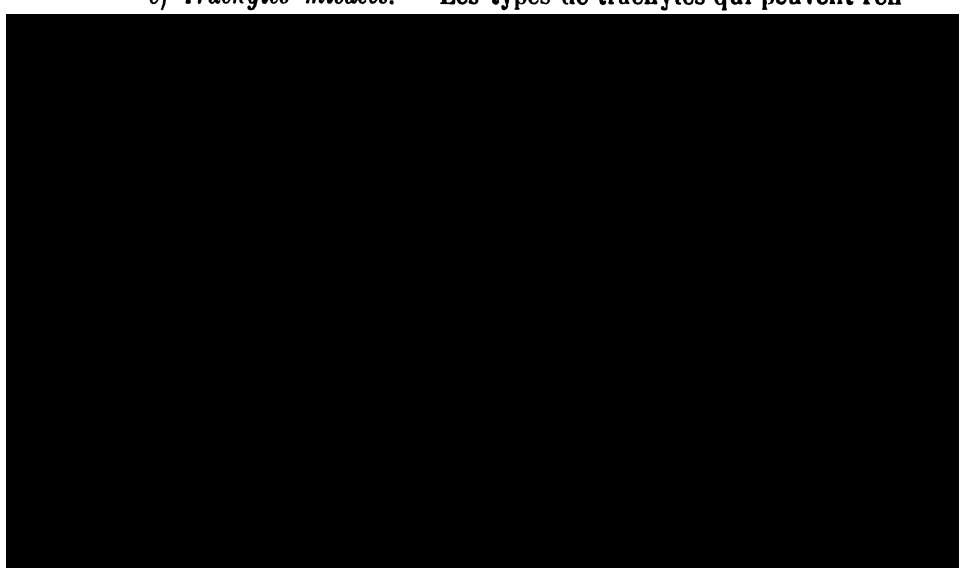
Ces sanidinites sont accompagnées d'andésites basiques, riches en hornblende et labrador, et rappelant celles qui seront étudiées plus loin dans les andésites à hornblende.

Les enclaves gneissiques, dont le trachyte de Monselice nous offre de fort beaux exemples, sont aussi très intéressantes par les minéraux qu'elles renferment (andalousite, corindon, spinelle) et qui rappellent ceux qui ont été décrits par M. Lacroix dans les enclaves similaires des trachytes du Plateau Central de la France (1) et d'autres régions.

d) *Trachyte à oligoclase, hornblende et mica.* — Le trachyte du Monte Novo est une variété plus basique que les précédentes : il montre dans un magma du second temps, riche en magnétite, des microlites très nets de mica noir. Les microlites de sanidine sont presque complètement décomposés ; leur extinction se fait rigoureusement en long et présente les mâcles de Carlsbad, qui ne sont visibles que par de petites différences de biréfringence des deux individus constitués, mais qui ressortent d'une façon nette lorsqu'on emploie une lame de quartz teinte sensible. Souvent, les contours seuls des microlites sont visibles, car toute leur partie interne a disparu.

Les microlites de mica noir sont clairsemés dans le magma ; ils sont en trop petite quantité pour qu'on puisse appeler ce trachyte micacé. Les éléments du premier temps de consolidation sont : l'oligoclase, la sanidine, la hornblende brune et le mica noir ; le feldspath forme de grands cristaux, fréquemment en voie d'altération et présentant alors des clivages fort visibles.

e) *Trachytes micacés.* — Les types de trachytes qui peuvent ren-



prise au mortier, et à l'aplatissement des microlites suivant g^1 qui facilite la division en dalles, la plupart de ces roches sont exploitées comme matériaux de construction.

Ces trachytes présentent souvent une structure columnaire très marquée : le trachyte de Lonzina en offre un fort bel exemple ; les prismes qu'on tire de cette carrière sont très réguliers et sont, sans préparation aucune, employés dans la construction des routes.

J'ai examiné des spécimens de ces types de trachyte provenant de Sonzina (versant de Pragon), Monte Ortone (derrière l'église), entre Villa et Zovon et dans les carrières du Monte Bello et du Monte Merlo.

Tous les échantillons observés montrent au microscope les mêmes éléments constitutifs : la hornblende seule n'y est pas commune dans tous les spécimens. Je ne l'ai pas rencontrée dans les sections minces des trachytes du Monte Merlo et du Monte Ortone.

La composition générale de cette série de trachytes est la suivante :

I. Zircon, apatite, sphène, fer oxydulé, mica noir, hornblende, augite, labrador, oligoclase, anorthose, sanidine.

II. Sanidine, oligoclase, mica noir.

Le zircon et l'apatite sont des éléments assez abondants. Ils se présentent en fort beaux cristaux à contours réguliers et de dimensions relativement grandes. Les cristaux de zircon du trachyte de Monte Ortone atteignent jusqu'à un demi millimètre de grandeur. L'apatite est parfois légèrement polychroïque. Le sphène, qui est le plus rare des minéraux notés, se trouve dans le trachyte de Monte Ortone en beaux éléments, mais sans contours extérieurs nets. Son polychroïsme est excessivement faible. Le mica noir, toujours bordé par une couronne de fer oxydulé, se présente déchiqueté ; il est fortement polychroïque et possède d'abondantes inclusions d'apatite et de magnétite.

La hornblende est brune, son polychroïsme suivant n_g est brun rougeâtre. Les formes géométriques des sections sont rarement conservées ; les cristaux ne présentent pas de couronnes opaques sur les contours.

L'extinction dans g^1 (010) se fait sous des angles très petits. Dans quelques sections, la hornblende se montre mâclée suivant h^1 (100). Les inclusions y sont fort rares et dues, le plus souvent, à du fer oxydulé et quelquefois à de petits cristaux d'apatite.

Bien que les grands cristaux d'augite soient communs à tous les échantillons de ce groupe de roches, ils n'y sont pas en proportion notable. Généralement ils sont petits, sauf dans les trachytes du

Monte Merlo et Monte Bello. Ils atteignent de un à deux millimètres de longueur, et possèdent, dans la plupart des cas, des formes extérieures plus nettes que les cristaux de hornblende.

Cette augite est verte et polychroïque en jaune suivant n_p ; l'extinction par rapport à g^1 (010) est de 45°. Les inclusions, excessivement rares, sont fournies par de la magnétite et de l'apatite.

Dans quelques plaques minces de trachytes du Monte Merlo, l'augite est zonée ; la partie interne du cristal, qui, en lumière polarisée, s'éteint sous les angles les plus petits, est colorée en vert plus foncé.

Le feldspath se présente en grands cristaux, soit isolés, soit le plus souvent en plages irrégulières.

Dans tous les échantillons, on observe l'anorthose avec ses extinctions peu distinctes: ce feldspath est accompagné par de l'oligoclase et du labrador dans les échantillons de Lonzina, du labrador et de la sanidine dans les spécimens recueillis entre Villa et Zovon, de l'oligoclase seul dans le trachyte du Monte Ortone et du Monte Bello : enfin tous ces feldspaths sont réunis dans le trachyte de Monte Merlo.

Dans les roches où il y a du feldspath triclinique associé à la sanidine, le premier semble de consolidation plus ancienne.

L'anorthose occupe presque toujours la partie interne des plages feldspathiques, complexes.

Les feldspaths tricliniques sont quelquefois zonés.

La partie externe du cristal s'éteint sous des angles plus grands que la partie interne. Cependant, dans les échantillons recueillis entre Villa et Zovon, on observe le contraire.

La brève description des éléments du premier temps de consolidation de la série de roches étudiées rapproche ces roches de celles de Monselice.

[redacted]

PECHSTEIN

Le pechstein de Pendise est de couleur vert bouteille et d'aspect franchement vitreux. On y peut distinguer à l'œil nu des facettes de feldspath et des lamelles noires de mica. Au microscope, on y découvre, en outre, de l'augite. Celle-ci est verte, polychroïque ou jaunâtre, parfois mâclée suivant h^1 (100); les contours des cristaux sont rarement nets, mais le plus souvent, ils sont irrégulièrement brisés. Les angles d'extinction sont grands. Cette augite renferme des inclusions de magnétite et de petits zircons. De même que le mica, elle est antérieure au feldspath.

Celui-ci est l'élément du premier temps le plus abondant dans cette roche. Il ne présente que rarement des extinctions régulières; le plus souvent elles sont roulantes, ce qui semblerait témoigner qu'il a subi des actions dynamiques. Cette hypothèse est d'ailleurs pleinement confirmée par l'existence de cristaux nettement courbés. La mâcle de Carlsbad est fréquente. Ce feldspath, très sodique, est probablement de l'anorthose; il est surtout riche en mâcles vers le centre des cristaux. L'angle d'extinction change aussi du centre à la périphérie des plages.

Ce feldspath ressemble beaucoup à celui du trachyte quartzifié de Pendise déjà décrit : là aussi on observait des phénomènes dynamiques du même genre : cependant, nous n'avons pas trouvé de feldspath franchement sodique dans l'échantillon de trachyte examiné et le pyroxène ne s'y présentait qu'accidentellement.

La matière vitreuse, qui forme la presque totalité du pechstein de Pendise, se présente, en lames minces, de couleur verdâtre et constitue un fond sur lequel ressortent bien, par leur pureté, les grands cristaux de feldspath.

Les cassures perlitiques ne sont pas abondantes. Dans cette masse vitreuse se trouvent clairsemés de petits microlites de pyroxène, de magnétite, de mica noir, de feldspath, avec tous les caractères propres aux grands cristaux. Enfin on peut, à l'aide d'un fort grossissement, constater dans le verre la présence de cristallites, disposés en groupements de formes très variées.

L'analyse chimique (*a*) que j'ai faite sur un gramme du pechstein de Pendise m'a donné les résultats donnés plus loin, qui permettent de rattacher cette roche aux trachytes plutôt qu'aux rhyolites. L'extrême pauvreté de la roche en chaux confirme le diagnostic optique d'un feldspath très sodique.

Je donne en outre des analyses d'autres pechsteins des

Euganéens qui doivent être plutôt considérés comme des formes vitreuses de *rhyolites*. L'analyse (*b*) que j'emprunte à l'ouvrage de M. Dal Rio a été faite par M. Melandri sur la perlite de Breccalone, les autres sont dues à vom Rath et ont été faites sur la perlite globulaire (*Kornigschaliger Pechstein*) du Monte Menone (*c*), le porphyre perlitique noir (*Schwarzer Pechsteinporph.*) du Monte Sieva (*d*) et enfin le pechstein couleur de colophane du Sieva (*Grundmasse des kolophontumbraunen Pechsteinporph*). (*e*)

	(*a*)	(*b*)	(*c*)	(*d*)	(*e*)
Silice.....	68.00	73.00	82.00	70.62	72.06
Alumine.....	11.00	12.10	7.86	11.77	14.40
Sesquioxyde de fer..	2.50	1.56	1.04	3.64	1.42
Chaux.....	traces	1.00	0.35	0.63	0.39
Manganèse.....	»	0.24	»	»	»
Magnésie	0.10	»	traces	0.37	0.23
Potasse.....	2.00	0.52	1.83	4.89	1.90
Soude	8.00	2.90	3.02	4.72	3.44
Eau	6.40[1]	4.75	3.90	3.36	6.16

Dans le pechstein de Pendise, j'ai remarqué au spectroscope l'existence de la lithine.

Le pechstein de Porto est brun ; il est associé à des rhyolites. Au microscope on n'y distingue guère qu'une matière vitreuse jaunâtre étirée dans le sens de la fluidalité. Au contact de ce pechstein et des tufs rhyolitiques, on observe une brèche de friction que l'on retrouve, du reste, sur les salbandes de tous les pechsteins des Euganéens.

Le pechstein du Monte Novo a la couleur de la colophane ; il est tacheté de points blancs qui sont des cristaux de sanidine et d'oligoclase brisés et réunis. Des deux feldspaths du premier temps de consolidation de cette roche, l'orthose est le plus récent. Tous [illegible] sont presque dépourvus d'inclusions, ils sont très [illegible] sanidine montre la mâcle de Carlsbad

ANDÉSITES.

Les échantillons d'andésite ne sont pas fort nombreux dans la collection que j'ai examinée. Conformément à la classification française, je désigne sous le nom d'*andésites* les roches dont les microlites de feldspath s'éteignent dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010) sous des angles voisins de 20°.

M. Pirona, dans son travail sur la constitution géologique des Euganéens, ne classe dans le chapitre des *trachytes-andésites* que les roches du Monte Sieva, d'après la détermination qui avait été faite par M. Szábo.

Les roches que M. Pirona a appelées *trachytes oligoclasiques* sont nos *trachytes à oligoclase.*

Les andésites que j'ai examinées proviennent des localités suivantes :

Pendise (en filon dans le tuf), Negrella, Monte Sieva, Monte Novo, Porto.

J'ai donné au commencement de cette note quelques indications sur la position topographique du Monte Novo, de Pendise et du groupe du Sieva; je les compléterai pour ce qui regarde Negrella et Porto. Ces deux petites localités sont situées presque au centre des collines Euganéennes et dans la partie la plus haute de la vallée de Galzignano, tandis que Porto est un petit hameau situé près d'un piton et sur la route qui va de Battaglia à Cingolina. Ces localités ne se trouvent pas indiquées sur la carte de M. Reyer ; mais leur position est bien déterminée sur la carte de l'état-major.

L'aspect des roches, dont l'étude forme l'objet de ce paragraphe, est très varié : elles montrent parfois à l'œil nu, sur un fond clair, les éléments colorés du premier temps, régulièrement disposés suivant la direction de la fluidalité, tandis que, au contraire, dans d'autres échantillons, la roche est noire, compacte, sans que presque aucun élément cristallin n'y soit visible.

Parmi ces andésites, je distinguerai les *andésites à pyroxène* et *hypersthène* et *les andésites à hornblende.*

a) *Andésites à pyroxène et hypersthène.*— Dans cette dernière catégorie il faut ranger l'andésine de M^te^ Sieva que vom Rath avait appelée, à cause de sa couleur, *Schwarzer-Trachyt.*

Cette roche qui se présente, comme l'a indiqué vom Rath, avec un aspect gras, avait été considérée par Dal Rio comme le basalte typique des Euganéens, tandis que M. le comte Marzari en avait fait une espèce distincte sous le nom de *Siévite.*

C'est M. Szábó qui, le premier, a montré que les roches noires du Sieva sont des andésites.

M. Reyer a adopté pour cette roche, qu'il appela *Gestein des Sieva*, une nuance spéciale dans sa carte géologique des Euganéens.

Jusqu'à présent, l'analogie des caractères extérieurs des roches du Sieva, du Monte Novo et du Monte Cattajo, a fait considérer toutes ces roches comme pétrographiquement identiques.

L'étude des roches du Monte Sieva m'a conduit à les diviser en deux types distincts, dont l'un est plus basique que l'autre et constitué par une *labradorite*.

Dans le *Schwarzer-Trachyt* du Monte Sieva, vom Rath avait reconnu l'absence de la sanidine et la présence de la magnétite et de l'oligiste : il supposait l'existence de l'oligoclase et, en outre, il avait remarqué des grains verts, arrondis, clairsemés dans la masse et qu'il rapportait à l'augite ou à la bronzite. Je montrerai plus loin que, dans l'andésite et la labradorite du Monte Sieva et du Monte Novo, il existe de l'augite et de l'hypersthène, mais ce dernier minéral se présente avec des caractères différents de ceux qui semblent avoir frappé vom Rath ; les échantillons des roches que j'ai étudiées sont traversés par de nombreuses diaclases à la surface desquelles les agents atmosphériques ont déterminé des décompositions partielles, donnant lieu à de larges taches rougeâtres ou jaunâtres qu'on observe aussi à l'intérieur de la roche. Un coup de marteau sur un de ces échantillons le fait éclater en morceaux, se séparant suivant les surfaces de moindre résistance préexistantes.

La composition minéralogique des andésites recueillies entre le Monte Sieva et le Mont Novo est la suivante :

n_g verdâtre
n_m jaunâtre
n_p rougeâtre

Suivant n_p, les sections paraissent plus fortement colorées.

L'hypersthène est, dans cette roche, de consolidation nettement postérieure au feldspath, dont les cristaux traversent quelquefois les plages d'hypersthène.

Le fond de la pâte de cette andésite est criblé de cristallites d'un pyroxène et de microlites plus gros d'augite, mais les faibles dimensions des cristallites et par suite leur biréfringence faible ne permettent pas de distinguer si l'on se trouve en présence d'hypersthène ou d'augite.

M. Szábó a rapproché cette andésite de celles qui forment la masse centrale du groupe trachytique de Tokaj-Eperies. Elle présente, selon moi, une frappante analogie avec l'andésite à augite et à hypersthène de l'éruption du 10 juin 1870 du Cebocuro (Etat de Jalisco, Mexique).

Vom Rath a donné du *Schwarzer-Trachyt* du mont Sieva l'analyse suivante :

Silice	61.47
Alumine	12.34
Sesquioxyde de fer	9.19
Chaux	2.99
Magnésie	1.29
Potasse	2.55
Soude	7.41
Eau	2.76
	100.00

b) *Andésites à hornblende.* — Les andésites du Monte-Novo, de Negrella, Porto, Pendise, ont à peu près la même composition pétrographique. Elles forment généralement des filons peu épais.

La composition des andésites de Negrella, Porto et Pendise est la suivante :

Andésite de Negrella :

I. Zircon, apatite (polychroïque), hornblende, biotite, augite, magnétite, labrador, oligoclase.

II. Oligoclase, orthose.

III. Oligiste, chlorite.

Andésite de Porto :

I. Apatite, hornblende, mica noir, magnétite, oligoclase.

II. Oligoclase, orthose.

Andésite de Pendise :

I. Apatite, hornblende, augite, magnétite, labrador, oligoclase.
II. Oligoclase.
III. Chlorite.

On peut distinguer deux variétés de hornblende dans l'andésite de Negrella, une colorée dans les nuances jaunâtres et l'autre possédant une couleur bien plus foncée. Cette dernière se montre généralement en forme de fuseaux avec une légère bordure de matières chloriteuses ; la hornblende de couleur plus claire possède, au contraire, des contours nets.

Le polychroïsme des deux variétés est le suivant :

n_g brun jaunâtre	jaune d'or.
n_m rougeâtre.	
n_p jaunâtre	jaune très pâle.

Les extinctions sont variables de 0° à 8° dans g^1 (010). Les inclusions d'apatite y sont fréquentes, celles de magnétite sont plus rares. La hornblende est souvent mâclée suivant h^1 (100).

Dans les échantillons de Negrella, la hornblende moule le feldspath.

Le mica noir est assez peu abondant; il est polychroïque dans les mêmes nuances que la hornblende, mais la distinction en est toujours facile, grâce à la bordure de fer oxydulé qui entoure chaque section de mica, tandis qu'elle manque dans la hornblende.

Le mica, souvent, est en voie d'altération et donne entre les nicols croisés une polarisation d'agrégat : les inclusions d'apatite y sont nombreuses. Les axes optiques sont assez écartés et 2 V atteint environ 20° (andésite de Porto).

L'*augite* (Negrella) est légèrement verdâtre ou presque incolore. Son angle d'extinction dans g^1 (010) est environ de 40°. Souvent le

L'andésite de Negrella renferme des enclaves très intéressantes d'une roche grenue arrachée probablement au sous-sol.

M. Reusch a découvert, en 1884, près du village de Cingolina, l'existence d'une roche holocristalline. MM. Graeff et Brauns, qui ont étudié récemment cette roche, ont émis l'avis que la roche de Cingolina appartient aux roches volcaniques et qu'elle n'a pas existé avant les éruptions.

J'emprunte au livre de M. Lacroix la description suivante (1) des enclaves de Negrella.

« Ces enclaves atteignent la grosseur de la tête, elles sont altérées, fragiles.

« Elles sont surtout composées d'un feldspath basique, de pyroxène, de magnétite et de hornblende.

« En lames minces on y constate en outre l'existence de l'apatite. La structure est holocristalline.

« Le pyroxène vert, polychroïque, possède les inclusions du diallage et une grande quantité d'inclusions vitreuses et gazeuses. Il est intimement associé à la hornblende brune, très polychroïque, qui forme au milieu de lui des facules ou plus souvent l'entoure et est souvent cristallographiquement orientée sur lui.

« Ces minéraux sont englobés par de grandes plages d'un feldspath basique (2) (bytownite).

« Ce feldspath est criblé d'inclusions liquides à libelle mobile. Le pyroxène englobe un peu de magnétite mais la plus grande partie du minéral est postérieur à tous les éléments de la roche sans exception et joue le même rôle que le fer natif dans la dolérite de Ovifak. »

Par sa composition minéralogique et surtout pour la basicité de

(1) Les enclaves des roches volcaniques, p. 386.

(2) J'ai déterminé la nature de ce feldspath en me basant sur les observations suivantes :

Le feldspath examiné au microscope est triclinique, à grandes bandes hémitropes et à grands angles d'extinction. Je l'ai séparé de la roche au moyen des liqueurs denses et après une assez longue ébullition dans l'acide chlorhydrique je n'ai pas constaté d'attaque, le minéral continuant à agir sur la lumière polarisée.

Un essai de Boricky, fait sur une petite quantité de feldspath soigneusement trié, y a révélé la présence de la soude.

On pourrait donc écarter l'hypothèse de l'anorthite. Des fragments de clivages, observés au microscope, donnent en lumière convergente dans les sections $g^1(010)$ des figures dyssymétriques. Les angles d'extinction dans les faces p (001) sont supérieurs à ceux du labrador; enfin dans les sections perpendiculaires à une bissectrice, on vérifie que le signe optique est négatif. Ce feldspath est donc intermédiaire entre le labrador et l'anorthite et par ses extinctions plus rapproché de ce dernier.

son feldspath, cette roche n'a rien de commun avec les roches grenues, signalées près de Cingolina.

Les andésites à hornblende, dont nous avons parlé jusqu'à présent, sont analogues à celles du Plateau Central de la France, au point de vue de leur structure et de leur composition.

L'andésite de Porto est notamment tout à fait analogue à certaines andésites du Lioran et ressemble beaucoup à des andésites à mica noir et à hornblende de Carlat (Cantal).

Enfin, si l'on fait abstraction de la présence du pyroxène rhombique, les andésites à pyroxène du Monte Sieva et du Monte Novo sont comparables à celles du Croizet (Cantal).

LABRADORITES.

Les roches des Euganéens qui, suivant la classification de MM. Fouqué et Michel Lévy, appartiennent à ce groupe, ont été appelées jusqu'à présent *dolérites* ou *basaltes*, et c'est sous ces dénominations que les gisements ont été désignés sur la carte géologique de M. Reyer. Ces roches sont dépourvues de péridot.

Ce fait n'avait pas échappé à M. Pirona, qui les a désignées sous le nom de dolérites.

Les échantillons de labradorite des Euganéens que j'ai examinés peuvent être divisés en deux catégories.

Dans la première (*labradorites ophitiques*) viennent se ranger les échantillons recueillis à Teolo et à Pendise ; la seconde (*labradorites augitiques à hornblende et à augite*) est représentée par des échantillons provenant des monts Sieva.

L'éruption de la dolérite semblerait sous-marine et contemporaine du dépôt des couches nummulitiques du Monte Oliveto.

Les labradorites de Teolo sont plus ou moins décomposées et leurs caractères extérieurs varient suivant leur degré de conservation. A l'œil nu, la labradorite de Teolo est compacte, de couleur foncée, cependant on y observe de petites cavités ; à la loupe, on y voit une texture cristalline et l'on peut facilement distinguer des facettes miroitantes de feldspath.

Il est aussi aisé, dans la plupart des cas, d'observer des produits chloriteux.

Les spécimens de labradorite recueillis près de Teolo, et exactement au-dessous de l'église du village, sont pauvres en matière vitreuse. Le feldspath y a pris un très grand développement et il se présente sous forme de longs cristaux formant un réseau dont les mailles sont remplies de grandes plages d'augite et de la matière vitreuse (pl. XIII, fig. 6). Si l'on fait abstraction des produits secondaires, ces roches sont constituées presque exclusivement par du feldspath et par de l'augite. Ce dernier minéral est quelquefois légèrement verdâtre ; il montre le plus souvent une faible teinte brunâtre et il est dépourvu d'inclusions. Les individus sont souvent mâclés suivant h^1 (100).

Le fer oxydulé et l'ilménite, peu abondants, possèdent rarement des sections régulières ; souvent ils se présentent en baguettes, presque aussi longues que les cristaux de feldspath en leur faisant bordure sur un côté. Ces longues baguettes sont parfois antérieures à l'augite dont en plusieurs cas elles traversent les cristaux.

Tandis que les plages d'augite et les feldspaths restent intacts, la matière vitreuse est altérée. Les produits secondaires les plus abondants sont constitués par de la chlorite et de la calcite.

Vom Rath a donné l'analyse suivante de cette roche (Teolo au-dessous de l'église) :

Silice	53.54
Alumine	11.69
Sesquioxyde de fer	13.55
Chaux	8.69
Magnésie	5,50
Potasse	0.46
Soude	4.96
Eau	1.39
	100 »

La structure de ces roches est analogue à celle de certains basaltes

du Vicentin dont elles diffèrent par l'absence d'olivine. J'ai observé des types différents parmi ces labradorites. Quelques-unes sont très pauvres en pyroxène et constituées simplement par de nombreux microlites, très allongés, de labrador et d'oligoclase, noyés dans un magma riche en chlorite et en calcite qui entourent de grands cristaux de feldspath triclinique à petits angles d'extinction.

b) Labradorites augitiques à hornblende, hypersthène et augite du Monte Sieva. — Cette roche est noire et possède tous les caractères extérieurs de l'andésite à hypersthène du Monte Sieva, précédemment décrite, dont elle est une variété plus basique.

Ses éléments constitutifs sont les suivants :

I. — Apatite, hornblende, magnétite, mica noir, hypersthène, augite, oligoclase, labrador.

II. — Labrador, oligoclase, augite.

III. — Chlorite.

Le magma vitreux, très abondant, n'est pas très décomposé ; au microscope il se montre coloré en brun, faisant ressortir, en lumière parallèle, les microlites, les grands cristaux du premier temps et les produits d'altération. Ces derniers affectent parfois vaguement la forme de cristaux anciens et constituent parfois des sphérolites à croix noire et à allongement négatif.

Les minéraux du premier temps de consolidation les plus abondants sont l'augite et le feldspath. La hornblende, très brune, est entourée dans chaque section d'une large couronne de matière opaque. Son polychroïsme est très énergique. Les cristaux sont rarement intacts ; ils ont été résorbés dans la plupart des cas.

L'hypersthène est de beaucoup moins abondant que dans l'andésite du même gisement. Il se présente en cristaux de dimensions moindres que ceux de hornblende et d'augite. Son polychroïsme est très faible, quoique encore perceptible dans les nuances rougeâtres [illegible] des inclusions d'augite et de magnétite. [illegible] mâclé avec de l'augite, sui- [illegible] en coïnci-

La biotite est verte, très polychroïque en brun foncé et possède, comme la hornblende, une bordure opaque.

Le feldspath en grands cristaux est du labrador. Il est le plus souvent mâclé suivant la loi de l'albite; ses cristaux sont zonés, s'éteignant quelquefois en long. Il est aisé cependant de constater le signe positif de la bissectrice aiguë.

Bien qu'on puisse observer dans le feldspath des inclusions d'augite, ce minéral semblerait postérieur à la consolidation du labrador. Le feldspath a englobé de la matière vitreuse, dans laquelle s'est isolée l'augite qui se présente à l'état d'inclusion.

Le second temps de consolidation est très net.

Dans une masse vitreuse, très abondante, on voit nettement les microlites de labrador avec extinction maxima de 25° dans la zone perpendiculaire à g^1 (010). Il y a aussi des microlites avec extinction de presque 0° suivant l'allongement et qu'il faut rapporter à l'oligoclase : leur nombre est cependant fort limité; quand ils deviennent abondants, la roche passe à l'andésite décrite plus haut.

L'augite microlitique est verte, légèrement polychroïque. Les produits chloriteux sont assez abondants. — Ils forment des globules microcristallins au centre et entourés de fibres négatives. Ils se présentent aussi en sphérolites à croix noire.

BASALTES

M. Negri a décrit très brièvement (1) un certain nombre de basaltes des Euganéens en donnant les caractères avec lesquels se montre l'olivine, dont l'existence avait été déjà signalée par Dal Rio.

Dans la collection que j'ai eue entre les mains, il ne se trouvait qu'un seul type de basalte.

Il provient de la Scajara, petite localité située dans la partie orientale des Euganéens et non loin du village de Battaglia.

Ce basalte est d'une couleur noir verdâtre foncé. Observé attentivement à la loupe, il montre une abondance de petits éléments cristallins noyés dans le magma.

La roche est massive, lourde ; sa composition est la suivante :

I. Apatite, olivine, mica noir, fer oxydulé, augite, labrador, oligoclase.

II. Oligoclase, labrador, augite.

III. Calcite.

(1) *Rivista di Min. et Cristl. italiana*, vol. IV, VIII.

Le feldspath est l'élément du premier temps de consolidation le plus abondant.

Il se présente en gros cristaux finement mâclés : les extinctions dans la zone perpendiculaire à g^1 (010) dépassent 20° : on doit donc le rapprocher du labrador. Les inclusions du magma vitreux y sont nombreuses et dans la plupart des cas, elles ont donné naissance à des microlites d'augite.

Fréquemment les feldspaths présentent des facules irréguliers à contours sinueux, rappelant ce qu'on observe dans les feldspaths en voie de fusion ; ils sont remplis par un feldspath dont je n'ai pas pu déterminer la nature, faute de sections convenables. En plaçant (suivant l'orientation) la plage de feldspath soit à son maximum d'éclairement, soit près de son extinction, on voit généralement apparaître d'une façon très nette le phénomène de corrosion que nous venons de décrire.

A côté du labrador il y a un autre feldspath aussi riche en inclusions. Il ne présente pas de mâcles, son extinction dans la zone pg^1 (001) (010) est approximativement 0°, l'angle 2 V des axes optiques est grand et supérieur à celui de l'orthose, enfin la bissectrice aiguë est n_p . On a donc affaire à un feldspath plus acide que le labrador et probablement à de l'oligoclase.

L'olivine est en cristaux de petite taille, et en lames minces, elle se présente en petits cristaux, dans lesquels on peut parfois distinguer les pointements aigus et déterminer la position transversale du plan des axes optiques. Le péridot se montre très altéré, les sections sont irrégulièrement divisées par des cassures remplies de produits ferrugineux verdâtres biréfringents. Les inclusions dans le péridot sont très rares et toujours constituées par de la magnétite.

L'augite est incolore, en cristaux généralement plus grands que

Les microlites sont empilés sans être réunis par de la matière vitreuse. Il n'y a pas de structure fluidale.

Les microlites d'augite sont abondants ; ils sont accompagnés de paillettes de biotite moulant tous les autres éléments et généralement associées à des grains de magnétite.

Bien qu'elle ne soit pas en proportions notables, on peut remarquer la présence de la calcite parmi les produits secondaires déjà notés. Elle forme de petites veinules dans la roche.

Cette roche est en contact avec la scaglia, dont elle renferme quelques fragments qui n'ont subi aucun phénomène métamorphique.

L'analyse chimique m'a donné la composition suivante :

Silice	44.2
Alumine	20.9
Fer	12.2
Chaux (1)	6.6
Magnésie	2.5
Potasse	4.6
Soude	6.1
	97.11

La collection que j'ai examinée est aussi riche en spécimens des contacts des filons volcaniques avec les roches sédimentaires. Leur étude présenterait certainement un grand intérêt, mais je ne crois pas pouvoir l'aborder dès maintenant. On sait combien les roches volcaniques produisent des phénomènes métamorphiques peu sensibles sur les formations calcaires, et dans l'espèce il me paraît difficile de formuler des conclusions, sans avoir étudié au préalable les formes normales des roches encaissantes. En outre, les liens trop étroits de cet ordre de phénomènes avec la stratigraphie de la région m'obligent à renvoyer cette étude pour le moment où j'aurai pu me rendre dans les collines Euganéennes pour y étudier cette question sur place.

RÉSUMÉ

Je résumerai dans le tableau suivant la composition des roches dont j'ai donné la description, avec l'indication des localités d'où

(1) L'échantillon réduit en poudre fut rapidement lavé à l'acide acétique pour éliminer la calcite secondaire.

elles proviennent. Il sera facile de repérer la plupart d'entre elles sur la carte géologique qui accompagne le mémoire de M. Reyer. J'adopterai la notation proposée par M. Michel Lévy (1), notation, qui consiste, comme on sait, à représenter les différents minéraux constitutifs d'une roche par la première lettre de leur nom, affectée d'un indice correspondant à l'ordre de consolidation.

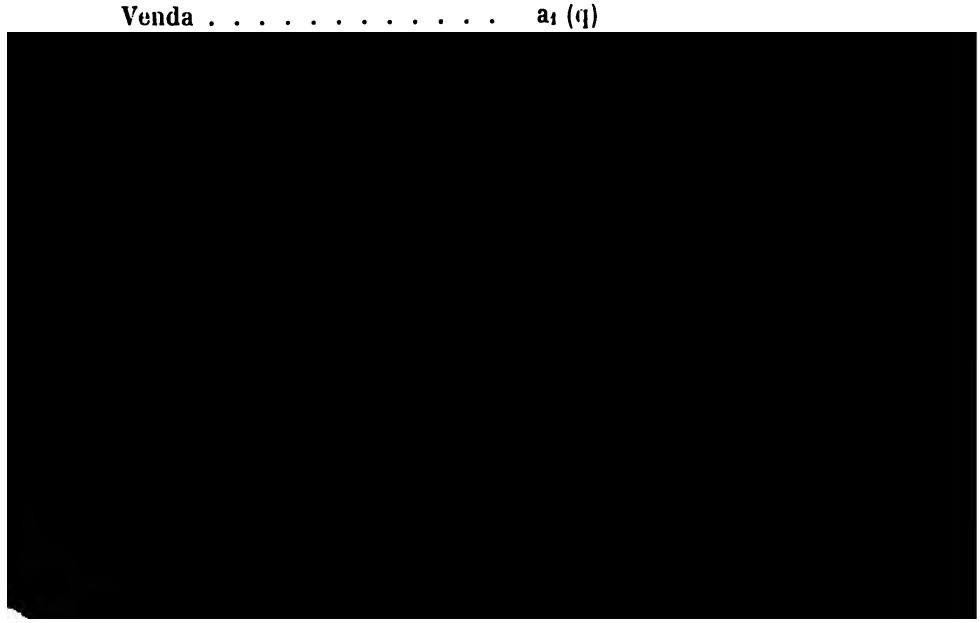
J'emploierai la lettre Q pour indiquer le quartz bipyramidé qui caractérise les rhyolites, la lettre q pour le quartz spongieux.

Je disposerai les deux temps de consolidation sous forme de fraction. Avec cette modification dans le système de classification adopté par M. Michel Lévy, les roches microlitiques qui appartiennent à une même famille sont représentées par des expressions qui ont le même dénominateur: il suffira donc, pour la comparaison des différentes variétés d'une même famille, de rapprocher les numérateurs.

Dans le tableau suivant, j'ai négligé de noter parmi les éléments constitutifs des roches ceux qui se présentaient à l'état accidentel.

RHYOLITES

Expression générale.	$\frac{Q\ \varphi}{a_1}$
Valeur générale de φ, d'après la série des rhyolites examinées :	$(Fe\ Fs\ F_1\ M\ t_1\ a_1\ a_2\ A_2\ (q))$.
Localités	
Fontana fredda	$\frac{\varphi}{F_1\ a_1\ (q)}$
Venda	$a_1\ (q)$



TRACHYTES

a) **Trachytes à mica noir**	$\frac{M\ \varphi}{a_1}$
Expression générale de φ pour la série examinée ($F_7\ F_6\ F_5\ F_1\ A_3\ P_4\ a_1\ t_1\ a_2$ (q))	
Monte Sieva.	$F_1\ a_1$
Monte Fasolo	$F_6\ a_1\ a_2$ (q)
Venda (flanc N.-O).	$F_1\ a_1$ (q)
»	$F_6\ F_5\ F_1\ t_1\ a_1\ a_2$
» (filon E.).	$F_6\ F_1\ a_1\ a_2\ t_1$ (q)
» (montée)	$F_7\ F_1\ a_1\ a_2$ (q)
Porto.	$F_1\ A_3\ t_1\ a_1$
Fontana fredda (roche du sommet)	$a_1\ t_1$
» » »	$F_5\ F_1\ t_1\ a_2$
» » (roche de la base)	$F_6\ F_1\ a_1$ (q)
Cingolina.	$a_1\ a_2$ (q)
Trevisan	$F_1\ F_6\ a_1\ a_2$
Pendise Est.	$F_6\ F_1\ P_4\ a_1$ (q)
» dyke	$F_6\ F_5\ F_1\ P_4\ t_1\ a_1\ a_2$
Zovon	$F_7\ F_6\ F_5\ F_1\ P_4\ a_2\ a_1$ (q)
Cave S. Pietro Montagnone. . .	$F_6\ F_1\ a_1\ a_2$ (q)
Monte Rua (sud)	$F_6\ a_2\ a_1$ (q)
Monte Ricco (cave verso Monselice)	$F_6\ a_1$ (q)
Monselice (excep.).	$F_6\ a_1$ (q)
b).	$\frac{M\ \varphi}{a_1\ M.}$
Teolo (petit filon)	$F_7\ F_6\ a_1\ a_2$
Venda à Rua (filon)	$F_1\ t_1\ a_1$
Monte Novo.	$F_6\ F_1\ A_3\ t_1$
Monte Madonna falde vers Zovon	a_1
Scapin	$F_6\ A_3\ t_1\ a_2$ (q)
Monte Ortone	$F_6\ F_5\ F_1\ P_4\ t_1\ a_2$
Sonzina (versante Pragon) . . .	$F_6\ F_5\ F_1\ A_3\ P_4\ t_2\ t_1\ a_2$
Monte Bello (cave)	$F_6\ F_5\ F_1\ A_3\ P_4\ t_1\ a_1\ a_2$
Monte Rusta	$F_6\ a_1$ (q)
Entre Villa et Zovon.	$F_6\ F_3\ A_3\ P_4\ t_2\ a_2\ a_1$
Monte Merlo	$F_6\ F_5\ F_1\ P_1\ t_2\ t_1\ a_1\ a_2$ (q)
c).	$\frac{M\ \varphi}{a_1\ P_4}$
Monselice.	$F_6\ F_5\ F_1\ A_3\ P_4\ a_1\ a_2$.

ANDÉSITES

$\frac{\varphi}{t_1}$ Valeur de $\frac{\varphi}{t_1}$:	$F_6\ F_9\ F_1\ H_1\ A_3\ P_4\ t_2\ t_1$
Entre Monte Sieva et Monte Novo	$\frac{F_5\ F_1\ t_1\ P_4\ H_1}{t_1\ P_4}$
Monte Sieva.	$\frac{F_5\ F_1\ H_1\ P_4\ t_2}{t_1\ P_4}$
Negrella	$\frac{F_6\ F_5\ F_1\ M\ P_4\ t_2\ t_1\ A_3}{t_1\ a_1\ M}$
Porto.	$\frac{F_5\ F_1\ A_3\ M\ t_1}{t_1\ a_1\ M}$
Pendise.	$\frac{F_5\ F_1\ A_3\ P_4\ t_2\ t_1}{t_1\ P_4}$

LABRADORITES

$\frac{\varphi}{t_2}$	
Monte Sieva.	$\frac{F_5\ F_1\ A_3\ M\ H_1\ P_4\ t_1}{t_2\ P_4}$
Pendise.	$\frac{\qquad\qquad}{P_4\ t_2\ F_1}$

BASALTES

Scajara.	$\frac{F_5\ F_1\ O\ M\ P_4\ t_2}{t_2\ t_1\ P_4}$

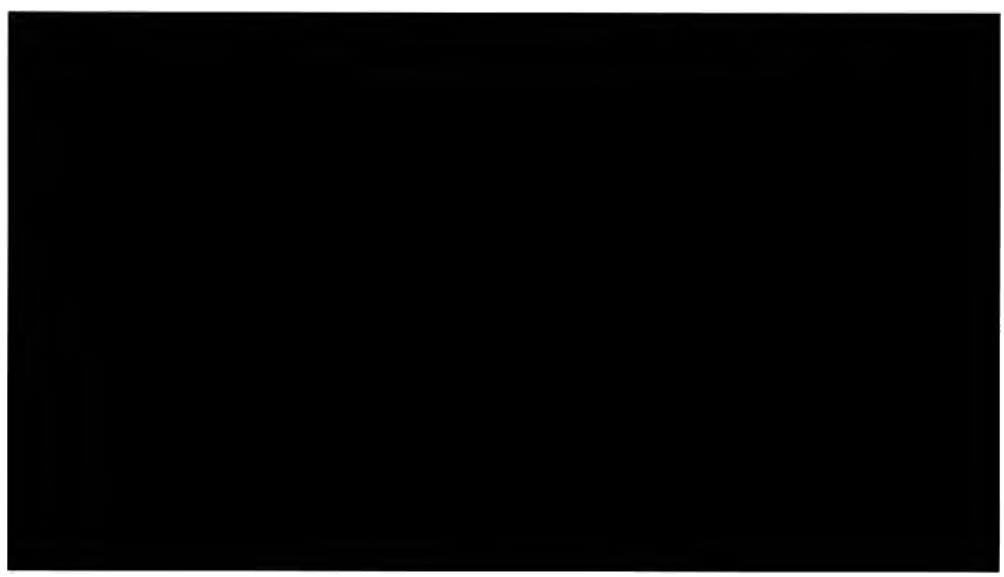


Fig. 4. *Trachyte* de Monselice. Même légende que pour la fig. 3. Il y a en plus de l'apatite (13), de l'amphibole (21); les feldspaths présentent des altérations centrales.

Fig. 5. *Labradorite* du M^te^ Sieva. La roche, riche en verre, renferme de grands cristaux de labrador (7), d'hypersthène (22), entourés d'augite (20), de magnétite, ainsi que des microlites de labrador (7'). Dans le verre s'observent çà et là des agrégats chloriteux (37).

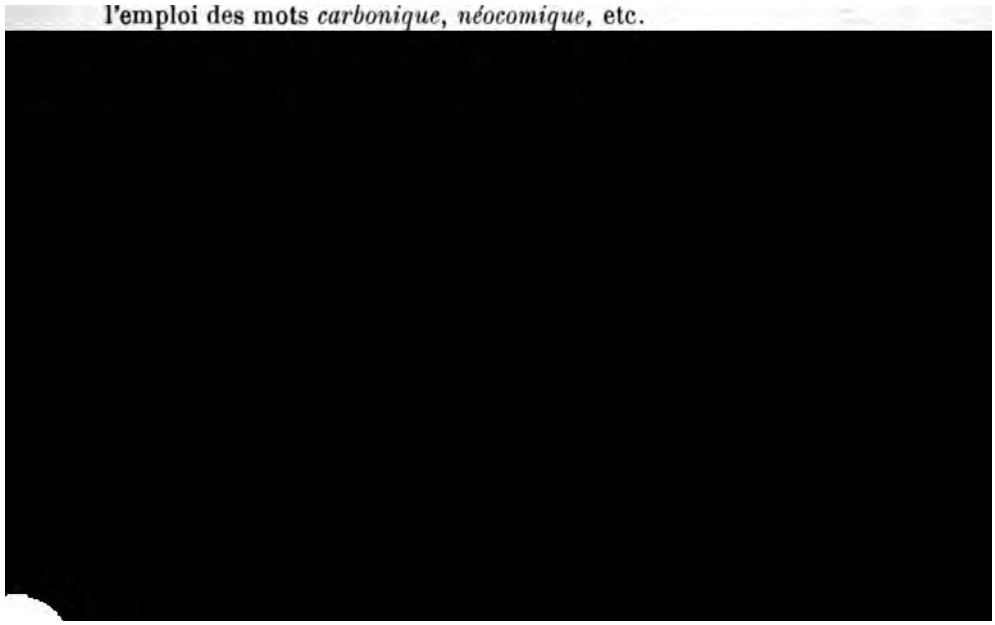
Fig. 6. *Labradorite ophitique* de Teolo. La roche est formée par du labrador et de l'augite groupés ophitiquement; de l'ilménite et de la magnétite, et enfin de la matière vitreuse très altérée (39) remplissent les interstices laissés par les feldspaths.

NOTE

SUR LA NOMENCLATURE DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES,

par **MM. MUNIER-CHALMAS** et **de LAPPARENT** (1)

Il n'est personne qui ne soit convaincu des grands avantages qu'offrirait l'adoption d'une échelle stratigraphique uniforme. L'établissement de cette échelle a été le rêve poursuivi, de 1878 à 1888, par les Congrès géologiques, et il a été certainement dépensé à cette tâche beaucoup de bonne volonté. Si les efforts ainsi tentés n'ont pas abouti, cela tient à différentes causes; d'abord, peut-être s'est-on montré, au début, trop ambitieux en prétendant imposer à chaque terme une désinence en rapport avec sa valeur dans l'échelle des subdivisions. Cette valeur reste encore bien douteuse dans un grand nombre de cas; un système peut être exposé à descendre au rang d'étage; un étage peut devenir un sous-étage. Il importe beaucoup plus, aujourd'hui, de constater l'utilité d'une division partout reconnaissable, que de vouloir fixer en dernier ressort l'importance de cette division relativement aux autres. Ensuite, l'adoption de désinences uniformes s'accommode difficilement au génie de chaque langue; elle est de nature à créer de véritables barbarismes, parfois même des équivoques, comme celle qui résulterait chez nous de l'emploi des mots *carbonique*, *néocomique*, etc.



a bien voulu ne pas rester étranger à ces pourparlers, et si nous n'avons pas le droit de présenter la nouvelle nomenclature comme officielle, il nous reste du moins l'espoir fondé que la plupart de ses termes seront admis dans la légende des cartes d'assemblage au 320.000e.

Disons d'abord un mot des principes qui nous ont guidés :

Nous avons cherché à réduire les changements au minimum indispensable; pour les noms nouveaux, nous avons pris le parti d'éviter l'emploi des noms tirés de fossiles, comme *Paradoxidien*, *Ptérocérien*, *Virgulien*, qui offrent cet inconvénient, d'abord de n'avoir qu'une signification très locale, ensuite de devenir contradictoires si les progrès de la paléontologie amènent à changer les dénominations génériques ou spécifiques. Autant que possible, nous nous sommes servis des noms de régions, ne nous écartant de cette règle que quand il eût fallu rompre avec des habitudes trop universellement répandues. Nous nous sommes astreints à choisir toujours des types marins, sauf à proposer des équivalences pour certains types saumâtres, ou continentaux, classiques; enfin notre préoccupation a toujours été de choisir les types de telle sorte, que les limites, inférieure et supérieure, de chaque étage y fussent faciles à définir.

Pour la définition des étages, nous l'avons basée, partout où cela était possible, sur la considération des Céphalopodes, Goniatitidés et Ammonitidés. Ce critérium est devenu d'une application facile pour la partie supérieure des terrains paléozoïques, ainsi que pour tout l'ensemble du groupe secondaire. Quant au groupe tertiaire, ses divisions ont été fondées sur les grands changements de faunes marines, mises en concordance avec les mouvements orogéniques correspondants, ainsi que sur l'évolution des Mammifères.

I

TERRAINS STRATIFIÉS MÉTAMORPHIQUES ANTÉRIEURS AU PRÉCAMBRIEN

Système Archéen (1).

Pour l'ensemble des assises *cristallophylliennes* formées de gneiss, de micaschistes, d'amphibolites, de chloritoschistes, etc., et désignées quelquefois sous le nom de *Terrain primitif*, nous adoptons

(1) Dana. 1876. Manual of Geologie, 2e édit., p. 828.

le nom d'*Archéen*, en lui donnant la signification qui lui a été assignée par Dana, créateur du mot, sans rien préjuger, d'ailleurs, sur la question de fait, et en admettant que beaucoup de schistes cristallins pourront être retranchés de l'Archéen et adjoints, à titre d'assises métamorphiques, à des terrains plus récents. Le type de l'Archéen serait pris en Amérique, où il paraît être partout en discordance avec ce qui le surmonte. De cette manière, l'Archéen comprend le *Laurentien* et les schistes cristallins qui lui sont superposés, c'est-à-dire tout l'ensemble des strates cristallins qui sont inférieurs au Précambrien des Etats-Unis.

La position stratigraphique et la constitution des quatre étages *Lewisien*, *Dimétien*, *Arvonien*, *Pébidien*, créés par M. Hicks pour les assises de la Grande-Bretagne qu'il considère comme archéennes, sont encore trop imparfaitement connues pour que ces termes soient utilisés dans une nomenclature.

II

TERRAINS PALÉOZOÏQUES

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous faisons commencer les terrains paléozoïques avec le Précambrien, parce que l'on peut facilement reconnaître l'origine sédimentaire des couches de cette époque et y constater les premières traces connues d'êtres organisés.

Dans les régions métamorphiques, la base des terrains primaires a été souvent confondue avec l'Archéen par suite de la transformation de ses strates sédimentaires en roches de la série des gneiss, des micaschistes et des chloritoschistes, etc.

Les terrains paléozoïques sont caractérisés par le grand dévelop-

discordance est très générale en France où les phyllades de St-Lô, de Rennes et surtout ceux de la vallée de la Laize, de Clécy, et de Granville, sont le type du Précambrien.

Quant au nom du système, il nous a paru préférable de nous en tenir au mot de Précambrien, depuis longtemps usité par M. Hicks et par beaucoup de géologues anglais, devant l'incertitude et la confusion qui pourraient résulter de l'emploi des mots *Uriconien*, *Monien*, *Dalradien*, *Torridonien*, *Longmyndien*, *Taconique*, etc.

Dans l'Amérique du Nord, les géologues américains divisent en deux étages les assises du système précambrien (**Algonkien**) (1).

1° Le **Huronien** (2) représenté par une série de roches plus ou moins métamorphiques (quartzites, grès, schistes micacés, schistes maclifères ou à staurotides, etc).

2° Le **Keweenawien** (3), en discordance sur le Huronien, est surtout représenté par des roches détritiques et des tufs provenant de roches éruptives, qui alternent avec des diabases, des mélaphyres, des gabbros et des porphyres feldspathiques ou quartzifères, etc.

Système Silurien (4)

Nous laissons au système *Silurien* l'étendue que lui avait donnée Murchison, et que Dana lui a conservée en Amérique, et nous y reconnaissons trois grandes divisions : *Cambrien*, *Ordovicien*, *Gothlandien*, basées sur de nombreux documents stratigraphiques et surtout sur la répartition des Trilobites.

I. — Silurien inférieur

Cambrien(5).—La division inférieure est le *Cambrien* (*stricto sensu*); car on sait que le nom, créé en 1835 par Sedgwick, a subi bien des vicissitudes. Mais l'accord semble fait aujourd'hui pour n'y comprendre que la faune primordiale. C'est la solution que nous adoptons.

Le Cambrien se divise très naturellement, depuis les travaux de M. Walcott, en trois étages ou sous-étages caractérisés chacun par des genres spéciaux de Trilobites. Aux noms d'*Annélidien*, *Paradoxidien* et *Olénidien*, adoptés par M. Lapworth, nous substituons

(1) Algonkien du Geolog. Surv. Voir van Hise, 1892. Correl. pap. Archean and Algonkian. *Bull. U. S. Geol. Surv.*, N° 86, p. 475. Du pays des Algonkins, Prov. de Québec (Canada).

(2) Loyan, 1854, Report. of prog. Geol. Survey of Canada for 1852-53. Du lac Huron. (Amérique du Nord).

(3) Brooks, 1876. *Amer. Journ. of Sci.* 3d ser. v. XI, p. 206. De la pointe Keweenaw, entre les lacs Supérieur et Michigan.

(4) Murchison, Juillet 1835, Lond. et Edinb. *Philos. Mag.*, v. II, p. 46. — Nom tiré des Silures, ancienne tribu habitant le Pays de Galles.

(5) Sedgwick, Août 1835. *Proced. Brit. Assoc.* Dublin, p. 57-60. De Cambria, ancien nom du Pays de Galles.

ceux de M. Walcott, c'est-à-dire *Géorgien*, *Acadien* et *Potsdamien*, afin d'éviter l'inconvénient qu'il peut y avoir à qualifier d'*Olénidien*, par exemple, un ensemble d'assises, comme il en existe dans certains districts d'Amérique, où les *Olenus* sont remplacés par les *Dikelocephalus*. Ajoutons que M. Walcott, dont les études sur le Cambrien font autorité, a choisi les localités types, de telle sorte qu'on n'en saurait chercher de plus caractéristiques.

Géorgien (1). — L'étage inférieur du Cambrien a pour type les couches calcaires et schisteuses de Georgia (Vermont), caractérisées par le genre *Olenellus* et ses sous-genres *Mesonacis*, *Holmia*. Les *Olenellus* se retrouvent dans les assises géorgiennes de Russie, de Suède et du Pays de Galles.

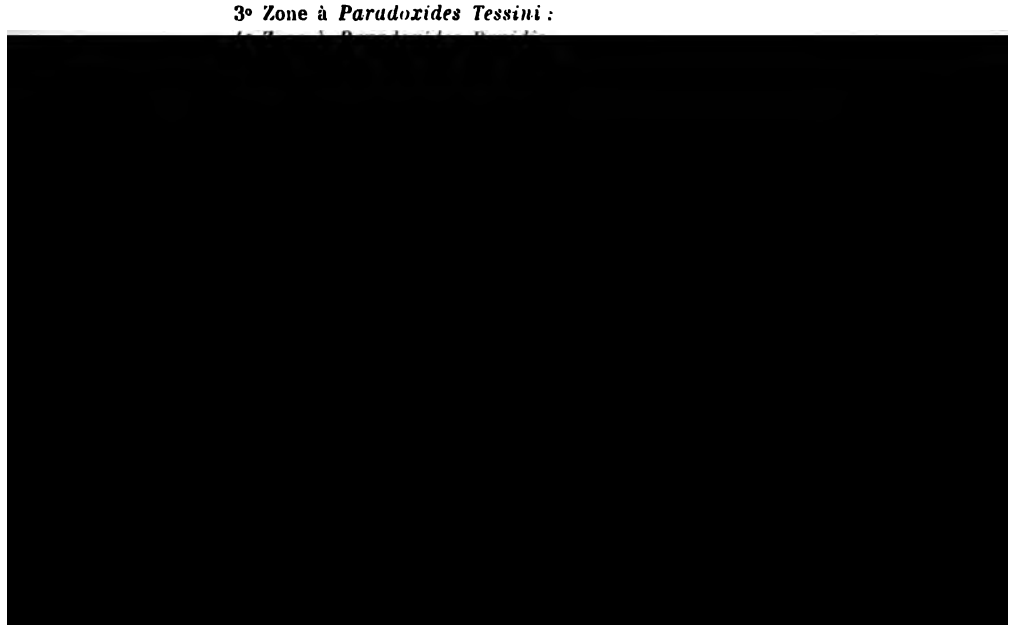
En Suède, où le Géorgien repose en discordance sur les schistes cristallins, il présente la succession suivante :

1° Grès à *Medusites Torelli* ;
2° Grès à *Lingulella favosa* ;
3° Schistes à *Olenellus Kjerulfi*.

Acadien (2). — L'étage moyen du Cambrien correspond aux couches à *Paradoxides* proprement dites. L'Acadien typique est représenté par les schistes à Paradoxides de l'Acadie (Massachussets).

En Suède, les dernières assises géorgiennes représentées par les schistes à *Olenellus Kjerulfi* se relient à une série de zones schisteuses, caractérisées surtout par des Paradoxides correspondant à l'Acadien :

1° Zone à *Paradoxides palpebrosus*, *Par. Tessini* ;
2° Zone à *Paradoxides Hicksi*, *Par. Tessini* ;
3° Zone à *Paradoxides Tessini* :



3° Zone à *Agnostus cyclopyge* ;
4° Zone à *Parabolina spinulosa* ;
5° Zone à *Leptoplastus stenotus* ;
6° Zone à *Peltura scarabæoides* ;
7° Zone à *Cyclognathus micropygus* ;
8° Zone à *Dictyonema flabelliforme* ;
9° Zone à *Obolella Salteri*.

Les deux dernières zones peuvent être regardées comme des termes de passage entre le Potsdamien et l'Ordovicien.

II. — Silurien moyen

Ordovicien (1). — L'étage moyen est l'*Ordovicien* de M. Lapworth. Ce nom, tant pour raison d'antériorité que par suite de l'acceptation universelle qui en a été faite, en Angleterre comme aux Etats-Unis, doit être substitué à celui d'*Armoricain* (2), que l'un de nous avait proposé en 1882 pour les assises de la *faune seconde*.

Il nous paraît difficile, à l'heure actuelle, de proposer des sous-étages pour l'Ordovicien. Cependant nous admettrons les cinq principales divisions proposées pour l'Ordovicien d'Angleterre, divisions dans lesquelles les *Trinucleus* jouent un rôle paléontologique important :

1°	Groupe de l'Arenig	A. —	*Tr. Sedgwicki* ; B. — *Tr. Gibbsii* ;
2°	» de Llanvirn		*Tr. Etheridgii*, *Tr. Ramsayi* ;
3°	» de Landeilo	A. —	*Tr. favus*, *Tr. Lloyii* ; B. — *Tr. fimbriatus*
4°	» de Bala et de Caradoc	A. —	*Tr. concentricus* ; B. — *Tr. seticornis* ;
5°	» de Hirnant		*Calymene parvifrons*.

III. — Silurien supérieur

Gothlandien (3). — Pour l'étage supérieur, les Anglais tentent de faire prévaloir l'emploi restreint du mot *Silurien*, et quelques-uns estiment qu'en donnant au système total le nom de *Silurique*, on peut se ranger à cette décision. Nous croyons au contraire qu'il n'en peut résulter que la plus grande confusion : car on aurait ainsi un *Silurien inférieur* dans le sens de Dana, correspondant au *Cambrien* ; un *Silurien inférieur*, équivalent de l'*Ordovicien* pour les Anglais qui font du Cambrien un système à part, et un autre *Silurien inférieur* restreint, qui serait l'assise de Llandovery, c'est-à-dire la base du Silurien supérieur de tous les auteurs.

(1) Lapworth, 1879. *Geol. Mag.*, p. 13. Nom tiré des Ordovices, ancienne tribu du Pays de Galles.
(2) De Lapparent, 1883. Traité de Géologie, 1re éd. p. 677. De l'Armorique.
(3) M. Ch. et de Lp., 1892, in de Lapparent, traité de Géologie, 3e éd., p. 748. De l'île de Gothland (Baltique).

D'autre part, le nom de *Bohémien* (1), antérieurement appliqué par l'un de nous, ne peut plus subsister depuis qu'on a reconnu que les étages F, G et H de Bohême, qui formaient la plus grande partie du Bohémien, doivent être, presque en totalité, attribués au *Dévonien*.

Dans ces circonstances, nous avons cherché une région où le Silurien supérieur fût complètement et exclusivement développé, de manière à éviter toute équivoque. Nous l'avons trouvée dans l'île de Gothland, où les travaux de M. Lindström, confirmés par ceux de M. Dames, ont montré que le Silurien supérieur était aussi complet qu'il est fossilifère. Et comme ce type présente un développement identique à celui de la série homologue d'Angleterre, nous n'avons pas hésité à proposer le mot de *Gothlandien* pour l'ensemble des assises de Llandovery, de Wenlock et de Ludlow.

Quoique la division du Gothlandien en sous-étages semble pouvoir se poursuivre dans plusieurs régions, nous ne croyons pas, en présence des difficultés que soulève encore le Silurien supérieur de Bohême, devoir trancher cette question. Nous rappellerons seulement la composition des trois principales subdivisions admises pour l'Angleterre par Murchison.

I. Llandovérien.

1° Couches de Llandovery à *Calymene Blumenbachi* et *Pentamerus oblongus*.

2° Couches de May-Hill à *Encrinurus punctatus* et *Pentamerus oblongus*.

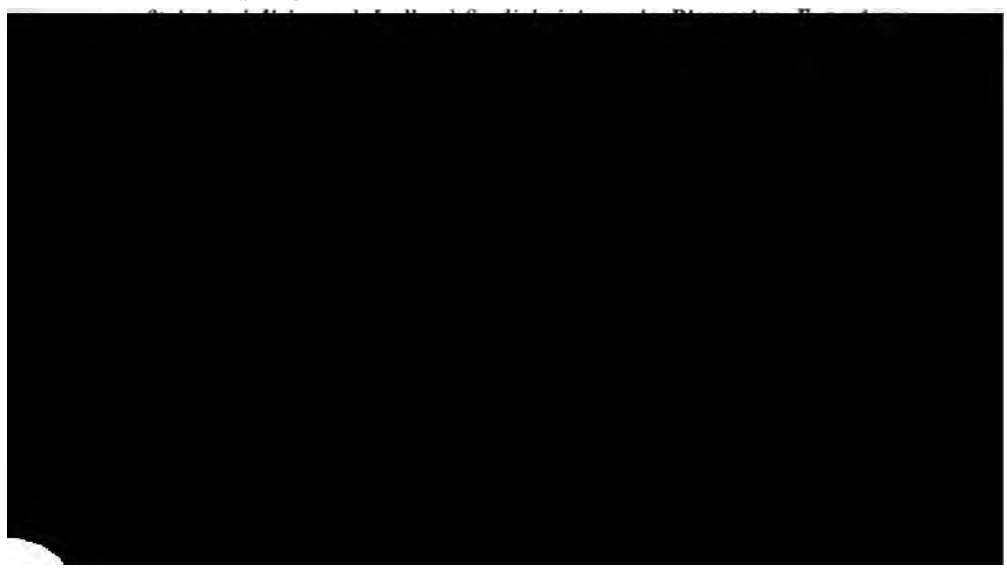
3° Couches de Tarannon à *Phacops elegans*, *Rastrites peregrinus*, *Monograptus Sedgwicki*.

II. Wenlockien.

4° Couches de Woolhope à *Encrinurus punctatus*, *Acidaspis Brightii*, *Illænus Barriensis*.

5° Couches de Wenlock : A. *Encrinurus punctatus*, *Phacops longicaudatus*, *Monograptus priodon*. — B. *Encrinurus punctatus*, *Calymene Blumenbachi*, *Lichas Anglicus*, *Phacops Downingiæ*, *Prœtus Stokesi*, *Sphærexochus mirus*.

III. Ludlowien.



M. Gosselet, nous le diviserons, comme il l'a fait, en *Gédinnien, Coblentzien, Eifélien, Givétien, Frasnien* et *Famennien.*

Gédinnien (1). — Dans l'Ardenne, le Gédinnien repose en discordance angulaire sur les couches redressées du Cambrien. Il renferme les principales assises suivantes :

1° Poudingue de Fépin (Ardennes).

2° Arkoses d'Haybes (Ardennes), renfermant à Weisme (Belgique) *Halyserites Decheanus, Strophomena rigida, Atrypa reticularis, Spirifer Dumontianus, Chonetes Omeliana.*

3° Schistes de Mondrepuis (Aisne) à *Homalonotus Rœmeri, Dalmanites Heberti, Spirifer Mercuri, Orthis orbicularis.*

4° Schistes bigarrés d'Oignies.

5° Schistes de St-Hubert à *Pleurodictyum problematicum, Halyserites Decheanus.*

Coblentzien (2). — A l'origine, cette division établie par Dumont correspondait aux étages Taunusien et Hunsruckien du même auteur. Mais depuis on a donné une extension beaucoup plus large à cet étage, et dans le sens adopté par M. Gosselet le Coblentzien englobe : 1° le *Taunusien ;* 2° le *Hunsruckien ;* 3° l'*Ahrien ;* 4° le système des *poudingues de Burnot ;* 5° le système des *schistes d'Hierges.*

1° **Taunusien** (3). Cette division qui correspond au faciès des grès d'Anor (Nord) renferme : *Homalonotus gigas, Hom. crassicauda, Hom. Champernournei, Grammysia pes-anseris, Athyris undata, Rensselaeria strigiceps, Rens. crassicosta, Leptæna Sedgwicki, Spirifer primævus. Rhynchonella Pengelliana, Rh. Daleidensis, Orthis circularis.*

Les ardoises de Bundenbach (Hunsruck) à *Helianthaster Rhenanus* et si riches en Astéries, appartiennent à ce niveau.

2° **Hunsruckien** (4). La grauwacke de Montigny-sur-Meuse (Ardennes) est un des meilleurs représentants de cet horizon qui contient : *Homalonotus armatus, Spirifer paradoxus, Sp. Arduennensis, Sp. hystericus, Athyris undata, Rhynchonella Daleidensis, Orthis circularis. Leptæna Murchisoni, Lep. explanata, Chonetes dilatata, Ch. semiradiata.*

3° **Ahrien** (5). Cette division est représentée par les grès de Vireux (Ardennes) qui ont une faune analogue à celle de la grauwacke de Montigny. On y rencontre : *Spirifer paradoxus, Sp. Arduennensis, Sp. hystericus, Leptæna explanata, Lept. Murchisoni, Chonetes sarcinulata, Ch. semiradiata.*

4° **Burnotien** (6). Les schistes rouges et les poudingues de Burnot sont très pauvres en fossiles. M. Gosselet cite seulement *Chonetes sarcinulata.*

5° **Grauwacke d'Hierges.** Les assises connues sous ce nom se retrouvent avec une faune analogue sur un grand nombre de points de l'Europe et méritent d'être

(1) Dumont, 1848. Mémoire sur les terrains ardennais et rhénans de l'Ardenne, etc., 2e partie, p. 167. De Gedinne (Belgique).
(2) Dumont, 1848. *Loc. cit.* p. 183. De Coblentz. Prusse Rhénane.
(3) Id. id. p. 183. Du Taunus. Nassau.
(4) Id. id. p. 194. Du Hunsruck. Provinces rhénanes.
(5) Id. id. p. 205. De l'Ahr, affluent du Rhin.
(6) Service de la Carte géologique de Belgique. De Burnot.

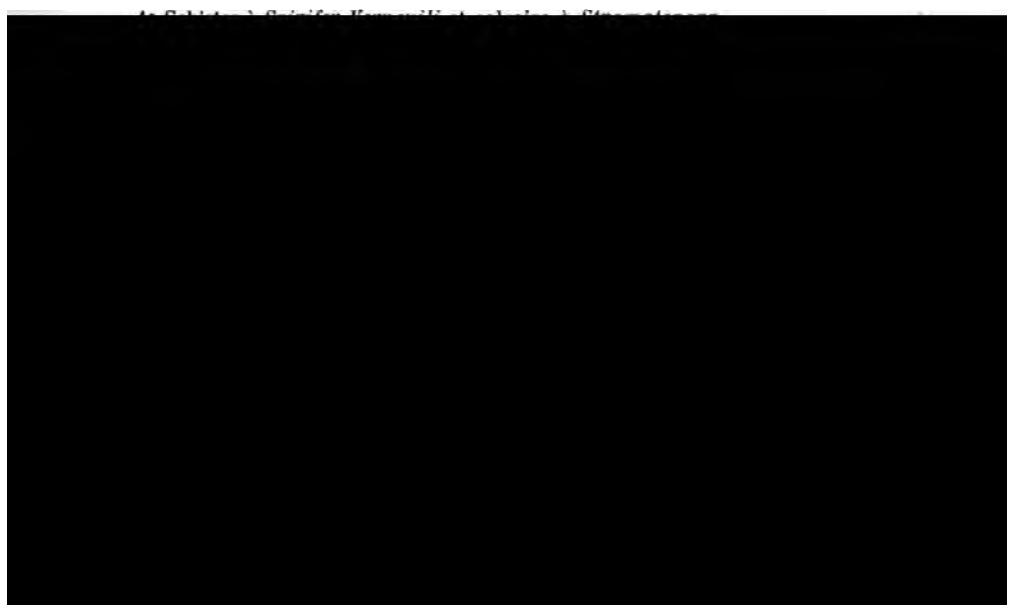
élevées au rang de sous-étage. Elles contiennent : *Homalonotus ornatus, Hom. crassicauda, Phacops Potieri, Spirifer subcuspidatus, Sp. hystericus, Sp. curratus, Athyris undata, Ath. concentrica, Meganteris Archiaci, Rhynchonella pila, Orthis Beaumonti, Leptæna patricia, Lep. depressa, Calceola sandalina.*

Eifélien (1). — L'ancien système *Eifélien* de Dumont comprenait : 1° les schistes et les poudingues de Burnot ; 2° la grauwacke d'Hierges ; 3° les schistes et les calcaires de Couvin ; 4° le calcaire de Givet ; 5° une partie des schistes de la Famenne. Cet étage, dans l'acception que lui donne aujourd'hui M. Gosselet, ne *renferme plus que les schistes et calcaires de Couvin à Calceola sandalina ;* en Belgique, le service de la Carte géologique a employé le nom de *Couvinien* (2) qui a un sens plus précis.

Cette division contient : *Phacops Schlotheimi, Cryphæus laciniatus, Bronteus granulatus, Spirifer speciosus, Sp. elegans, Sp. curratus, Sp. concentricus, Rhynchonella parallelipeda, Rh. Wahlenbergi, Rh. procuboides, Pent. biplicatus, Orthis tetragona, Orth. subcordiformis, Chonetes minuta, Calceola sandalina.*

Givétien (3). — Les calcaires de Givet (Ardennes), qui ont servi de type à M. Gosselet pour établir cette division, sont caractérisés par : *Phacops latifrons, Spirifer mediotextus, Sp. inflatus, Sp. undiferus, Uncites gryphus, Strigocephalus Burtini, Athyris concentrica, Atrypa reticularis, Megalodon cucullatus.* Les calcaires de Paffrat (Prusse Rhénane) correspondent à cet horizon.

Frasnien (4). — L'étage frasnien est représenté aux environs de Frasne (Belgique) par les calcaires à *Rhynchonella cuboides* et les couches à *Cardiola retrostriata* (*Cardium palmatum*),etc. Il présente, d'après M. Gosselet, la succession suivante :



flabellifer, Spirifer Verneuili, Sp. lenticulum, Sp. Sauvagei, Sp. bifidus, Sp. deflexus, Sp. unguiculus, Leptæna Dutertrei, Lep. latissima.

Famennien (1). — Les schistes de la Famenne (Belgique) ont servi de type à cet étage ; M. Gosselet y a reconnu quatre zones principales : dans le Famennien inférieur, les espèces dévoniennes dominent, tandis que les espèces carbonifères sont rares ; c'est l'inverse qui s'observe dans le Famennien supérieur.

Famennien inférieur. — 1° Schistes de Senzeilles (Belgique) à *Rhynchonella Omaliusi, Rh. triæqualis, Spirifer Verneuili, Cyrtia Murchisoniana, Athyris concentrica, Orthis arcuata.* — Espèces carbonifères : *Rhynchonella acuminata, Rh. pugnus, Orthis striatula.*

2° Schistes de Marlenbourg (Belgique) à *Rhynchonella Dumonti, Rh. triæqualis, Productus subaculeatus, Cyrtia Murchisoniana, Spirifer Verneuili, Orthis arcuata.* — Espèces carbonifères : aux espèces citées ci-dessus ajouter *Athyris Roissyi.*

Famennien supérieur. — 3° Schistes de Sains (Nord) à *Rhynchonella Letiensis, Spirifer Verneuili, Athyris concentrica, Productus subaculeatus, Orthis arcuata.* Aux espèces carbonifères précédentes viennent s'ajouter : *Spirifer strunianus, Sp. laminosus, Streptorhynchus crenistria.*

4° Schistes et calcaire d'Etræungt (Nord). Cette dernière division, qui est un terme de passage au Carbonifère, renferme un peu plus d'espèces carbonifères que d'espèces dévoniennes. — Espèces dévoniennes : *Phacops latifrons, Spirifer Verneuili, Athyris concentrica, Rhynchonella Letiensis, Orthis arcuata.* — Espèces carbonifères : *Spirifer Tornacensis, Sp. distans, Athyris Roissyi, Streptorhynchus crenistria, Strophomena rhomboidalis, Productus scabriculus.*

Les Psammites du Condroz (Belgique), qui sont synchroniques des schistes de la Famenne, contiennent : *Cucullæa Hardingii, Psilophyton Condrusorum, Sphenopteris flaccida, Palæopteris hibernica, Lepidodendrum nothum.*

Système Carboniférien (2)

Le maintien d'un système *Permo-carbonifère*, comprenant le Carboniférien et le Permien, ne nous semble pas possible. Le nom ne saurait être conservé, puisqu'en Amérique, en Russie et dans l'Inde, il est couramment employé pour désigner exclusivement les couches de passage entre le Carbonifère et le Permien. Pour le système inférieur, nous reprendrons le nom de *Carboniférien* de d'Orbigny, n'osant pas lui substituer un nom régional qui n'aurait aucune chance d'être adopté. Le Carboniférien, ainsi compris, se divise facilement en trois étages : ce sont ceux qu'on appelait *Anthracifère, Houiller inférieur, Houiller supérieur.*

Aucun de ces noms ne peut être maintenu : Anthracifère, parce que les anthracites des Alpes et de Pensylvanie sont du Houiller ;

(1) Gosselet, 1880. Esq. géol. du Nord de la France, p. 107. De la Famenne (Belgique).
(2) D'Orbigny, 1850. Prodrome de paléontologie, v. 1, p. 110. Cours élémentaire de pal. et géol., 1852, v. 2, p. 336.

Houiller inférieur, parce qu'en Russie ce terme a été précisément employé pour l'Anthracifère, où la houille exploitable se trouve concentrée dans le bassin de Moscou; Houiller supérieur, parce qu'en beaucoup de pays cette division est exclusivement marine et exempte de houille.

D'autre part, *trois faunes marines* se succèdent dans le système carbonifèrien, et légitiment la division en trois étages : 1° la faune du calcaire carbonifère du nord de la France et de la Belgique, commençant au-dessus du calcaire d'Etrœungt et se terminant à la base des ampélites de Chokier; 2° la faune du calcaire de Moscou à *Spirifer Mosquensis;* 3° la faune des calcaires de l'Oural à *Chonetes Uralica* et à grandes Fusulines, équivalent marin incontestable de l'ancien terrain Houiller supérieur; nous adopterons donc pour désigner ces trois étages marins les noms de : 1° *Dinantien;* 2° *Moscovien;* 3° *Ouralien.*

Dinantien (1). — C'est en Belgique seulement que les limites de l'étage inférieur peuvent être indiquées avec précision; car il est permis de dire que l'étude stratigraphique détaillée du calcaire carbonifère d'Irlande et d'Angleterre est encore à faire. Cette division est si bien développée dans la vallée de la Meuse, aux environs de Dinant (Dinandum), que nous proposerons de lui appliquer le nom de *Dinantien* assuré d'un bon accueil de la part des géologues belges. Le Dinantien, succédant au calcaire d'Etrœungt (Nord), comprendra les trois sous-étages créés par M. Dupont (2), *Tournaisien, Waulsortien, Viséen.* 1° : Le sous-étage *Tournaisien* a pour type le calcaire des Ecaussines et celui de Tournai à *Spirifer Tornacensis* et *Sp. cinctus :* 2° le *Waulsortien* caractérisé par *Spirifer subcinctus* et *Syringothyris cuspidatus* est représenté par les calcaires d'Anse-

2° Calcaire de Marbaix ou des Ecaussines à *Spirifer cinctus*, *Sp. Tornacensis*, *Sp. ovalis*, *Sp. lineatus*.

Waulsortien. — 3° Calcaire de la Marlière à *Spirifer subcinctus*, *Sp. pinguis*, *Syringothyris cuspidatus*, *Productus semireticulatus*.

Viséen. — 4° Calcaire de Bachamp à *Productus giganteus*, *Amplexus coralloides*.

5° Dolomie de Namur à *Productus cora*, *Pr. Llangollensis*.

6° Calcaire du Hameau des Ardennes à *Chonetes papilionacea*, *Productus sublævis*, *Pr. latissimus*.

7° Calcaire de Limont à *Productus undatus*, *Spirifer glaber*.

8° Calcaire de St-Hilaire à *Productus giganteus*, qui correspond au calcaire de Visé.

Aux environs de Moscou, le *Dinantien* est représenté : 1° par les dépôts houillers de la base à *Lepidodendron Weltheimianum* ; 2° par les assises à *Productus giganteus* ; 3° par les couches de Serpoukohv à *Spirifer Kleini*, *Productus undatus*, *Pr. cora*, *Pr. punctatus*, *Fusulinella Struvi*, équivalent du *Viséen*.

Moscovien (1). — Les calcaires à *Spirifer Mosquensis* et à *Fusulina cylindrica*, développés aux environs de Moscou, représentant l'étage pour lequel M. Nikitin a créé le nom de *Moscovien* ; il a pour équivalent lagunaire dans les régions occidentales, le *Westphalien*.

En Russie, sur le Dinantien repose en parfaite concordance une série puissante de calcaires, de marnes et d'argiles appartenant à l'étage *Moscovien* et caractérisée par *Spirifer Mosquensis*, *Sp. Strangwaysi*, *Sp. Okensis*, *Sp. fasciger*, *Productus lineatus*, — persistance des *Productus cora*, *Pr. undatus*, *Pr. scabriusculus*.

Ouralien (2). — Pour le Carboniférien supérieur à *Chonetes Uralica*, *Conocardium Uralicum* et *Fusulina longissima*, nous sommes d'avis de substituer le mot d'*Ouralien* à celui de *Gshelien* proposé par M. Nikitin (3), d'abord parce que Gshel, situé dans le bassin de Moscou, ne donne, par ses dolomies, qu'une représentation exceptionnelle de l'étage ; ensuite, parce que le nom de calcaires supérieurs de l'Oural, si souvent employé, a presque donné une consécration anticipée au nom d'*Ouralien* ; enfin parce que c'est vraiment l'Oural qui est la contrée type de cette division. L'Ouralien a pour équivalent continental ou lagunaire le *Stéphanien*.

Dans l'Oural, la partie supérieure du Moscovien à *Spirifer Mosquensis* supporte de puissantes assises de calcaire ouralien à *Fusulina longissima* qui sont recouvertes par la base du Permien à *Medlicottia Orbignyana* ; l'Ouralien est surtout caractérisé par *Chonetes Uralica*,

(1) Nikitin, 1890. *Mém. du Com. géol. russe*, vol. V, n° 5, p. 147. De Moscovia (Moscou).

(2) M. Ch. et de Lp., 1892. *Loc. cit.*, p. 819. De l'Oural.

(3) Nikitin, 1890. *Loc. cit.*, p. 156. De Gshel (gouv. de Moscou).

Ch. Dalmenoides, Spirifer supramosquensis, Sp. poststriatus, Rhynchopora Nikitini, Camarophora Purdoni, Fusulina longissima.

Faciès continentaux. — D'autre part, le grand développement des faciès continentaux ou saumâtres, dans la plus grande partie de l'Europe, nous a conduits à penser qu'il y aurait avantage à employer pour les deux étages supérieurs, dans certaines régions, des dénominations appropriées à ces conditions spéciales de formation. C'est ainsi que les noms de *Westphalien* et de *Stéphanien* deviendront respectivement synonymes de *Moscovien* et d'*Ouralien*.

Westphalien (1). — Le *Westphalien* embrassera, dans le Bassin franco-belge, depuis les assises à *Goniatites diadema* jusques et y compris les assises houillères de Bully-Grenay. Il se divisera en deux sous-étages : le premier formé d'assises lagunaires ou marines sera caractérisé par *Phillipsia mucronata, Productus carbonarius, Pr. semireticulatus, Pr. marginalis, Chonetes Laqueniana, Spirifer trigonalis, Goniatites diadema, Gon. atratus.* Le second sous-étage correspondra aux différentes assises houillères des bassins franco-belges.

A cet étage appartiendra toute la grande bande houillère qui va de l'Angleterre au Donetz par la Silésie, et qui trouve en Westphalie un développement à la fois si remarquable et si régulier.

Westphalien inférieur. — En Belgique, dans le bassin de Namur, ce sous-étage, d'après les travaux de M. Purvès, se subdivise de la façon suivante :

1° Schistes à *Posidonomya Becheri, Goniatites diadema, Gon. atratus, Productus carbonarius, Lingula parallela.*

2° Schistes, psammites et houilles maigres à *Mytilus ampelicauda, Calamites Sukowii*, et, à la partie terminale *Goniatites atratus, Gon. diadema.*

Sigillaria mammillaris, Sig. elegans, Sig. piriformis, Sig. elliptica, Sig. rugosa, Sig. lævigata, Sphenopteris Heninghausi, Sph. furcata, Sph. trichomanoides, Alethopteris Dournaisi.

3e groupe. Houilles grasses. — Ce groupe correspond aux faisceaux de Douai, d'Aniche, de l'Escarpelle, de Denain, etc.; sa flore comprend beaucoup de formes du premier et du deuxième groupe et des espèces spéciales, savoir : *Annularia sphenophylloides, Sphenophyllum emarginatum, Sph. Schlotheimi, Sphenopteris nummularia, Sph. tridactylites, Sph. Arthemisifolia, Alethopteris valida, Al. Brongniarti, Al. Grandini, Sigillaria medicaulis, Sig. polyploca, Sig. rimosa, Sig. taleostata.*

Les faisceaux de Bully-Grenay, Lens, Nœux, qui renferment le *charbon à gaz*, représentent la partie terminale du troisième groupe, caractérisée par le maximum de développement des *Dictyopteris Brongniarti, Sigillaria medicaulis, Sphenopteris acutilobata, Sph. formosa, Sph. tridactylites, Alethopteris Grandini, Annularia sphenophylloides.*

Stéphanien. — Le nom de *Stéphanien*, correspondant à celui d'*Ouralien*, s'appliquera aux assises renfermant les flores houillères qui se succèdent depuis l'assise de Rive-de-Gier jusqu'à celle du Bois d'Aveize inclusivement, de manière à comprendre tous les bassins houillers de l'Est du Plateau Central.

Le Stéphanien du Plateau-Central, d'après MM. Grand'Eury et Zeiller, présente les subdivisions suivantes :

1° Groupe de Rive-de-Gier, = Saint-Perdoux, avec *Sigillaria tessellata, S. elegans, Lepidodendron elegans*; prédominance des *Sphenophyllum Schlotheimi, Sph. saxifragæfolium, Nevropteris flexuosa, Calamites ramosus, Pecopteris arborescens, Dictyopteris nevropteroides.*

2° Groupe des Cévennes, = Ronchamp, Graissessac, Epinac, Carmaux : prédominance des *Pecopteris polymorpha, P. emarginata, P. pteroides, P. Bucklandi, P. villosa, P. abbreviata, P. arborescens, Dictyopteris Brongniarti, Calamites Cistii, C. cannæformis, Asterophyllites hippuroides, Cordaites principalis.*

3° Groupe des Cordaïtes, = St-Etienne inférieur, St-Chamond, Brassac, Langeac, La Grand'Combe ; prédominance des *Cordaites tenuistriatus, C. lingulatus, C. foliatus, C. quadrata, C. principalis, Pecopteris polymorpha, Pec. cyathea, Dactranophyllum gallicum.*

4° Groupe des Fougères, = St-Etienne moyen, Decazeville inférieur, Grand'Combe supérieur ; prédominance des Fougères : *Odontopteris Reichiana, Alethopteris Grandini, Al. orata*, nombreux *Pecopteris, Poacordaites lanearis, Poac. zamitoides.*

Les bassins de Decize et Ahun forment une zone de passage entre le 4e et le 5e groupe.

5° Groupe des Calamodendrées, = St-Etienne supérieur, Montchanin, Decazeville, Commentry ; prédominance de *Calamodendron psaronioides, Asterophyllites equisetiformis, Calamites cruciatus, Odontopteris Schlotheimi, Od. minor, Doricordaites, Poacordaites aciculares.*

Système Permien (1)

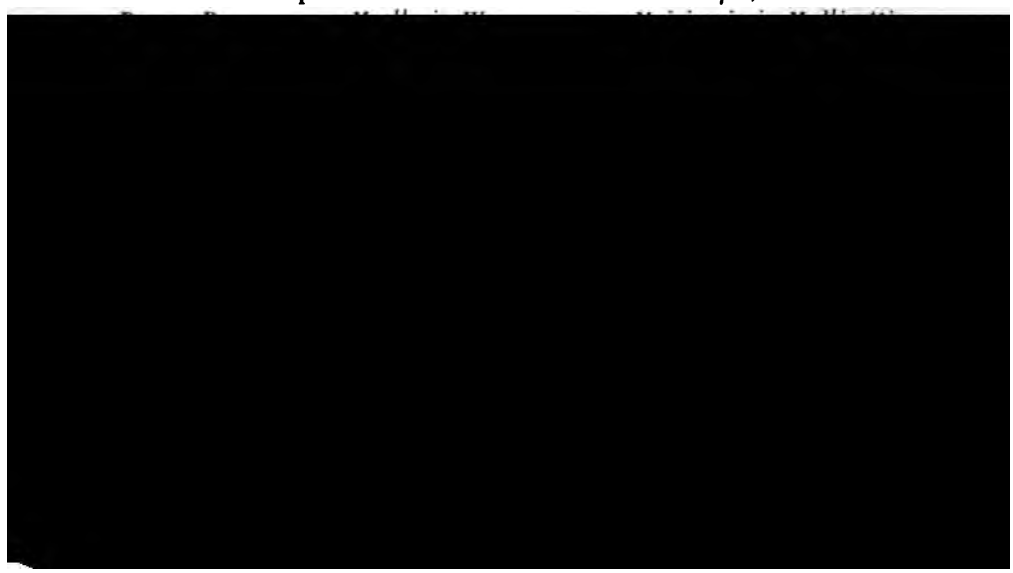
Conformément aux idées exposées par Neumayr dans son *Erdgesichchte*, le Permien mérite une place à part, étant à cheval, par sa faune, sur les temps primaires et les temps secondaires. L'arrivée, dans les mers continentales, des premiers Ammonitidés, lui imprime une véritable individualité. Aussi formera-t-il un système indépendant.

Artinskien (2). — A la base du Permien, il convient de distinguer un étage inférieur, bien développé dans l'Oural, l'Arménie, le Salt-Range et le Nebraska. C'est le *Permo-carbonifère* de quelques géologues. Le type le plus classique se trouvant représenté par les grès et calcaires d'Artinsk (Oural) à *Medlicottia Orbignyana, Pronorites postcarbonarius* et *Fusulina Verneuili*, mérite par conséquent le nom d'*Artinskien*, créé en 1874 par M. Karpinsky.

L'Artinskien est caractérisé par *Phillipsia Grünewaldii, Gastrioceras Jossæ, Glyphioceras Uralicus, Pronorites præpermicus, Pr. postcarbonarius, Popanoceras Kingianus, Pop. Koninckianus, Waagenia subinterrupta, Medlicottia Karpinskiana, Med. Orbignyana, Fusulina Verneuili, Schwagerina princeps.* Il contient encore beaucoup de Productus carbonifériens : *Productus semireticulatus, Pr. cora, Pr. punctatus, Pr. aculeatus.*

L'Artinskien a pour équivalent lagunaire l'*Autunien*.

Penjabien (3). — Il est nécessaire de distinguer, dans les couches marines à Céphalopodes du Permien, un étage moyen correspondant au grès rouge (*Rothliegendes*) des Allemands. Les calcaires de Sicile, qui renferment les nombreuses et intéressantes formes d'Ammonéens décrites par M. Gemmellaro : *Adrianites ensifer, Stacheoceras*



par le *Calcaire moyen à Productus*, qui repose en stratification concordante sur le *Calcaire inférieur à Productus* représentant le Permien inférieur. D'après M. Waagen ses principales divisions sont :

1° Calcaire à *Nautilus ophioneus, Dielasma nummulus, Chonetes strophomenoides, Ch. compressa, Strophalosia horrescens, Productus gratiosus.*

2° Calcaire à *Nautilus peregrinus, Productus indicus, Pr. asperulus, Pr. tumidus, Chonetes squamma, Ch. semiovalis, Ch. dichotoma, Strophalosia rarispina.*

3° Calcaire à *Nautilus Flemingianus, N. connectens, Gyroceras Medlicottianum, Productus Purdoni, Strophalosia excavata, St. rarispina.*

Ces dernières assises se trouvent recouvertes par les *calcaires supérieurs* à Productus qui correspondent au Permien supérieur.

Thuringien (1). — Le nom de *Thuringien*, créé par M. Renevier, nous paraît devoir être conservé pour le Permien supérieur. M. Renevier a réuni sous ce nom les couches du Permien supérieur de la Thuringe qui comprennent les termes suivants :

1° Conglomérats et schistes cuivreux à *Platysomus gibbosus ;*

2° Calcaire magnésien (Zechstein) à *Productus horridus* et *Strophalosia Goldfussi ;*

3° Groupe des cargneules et des dolomies sableuses à *Schizodus obscurus* avec alternance de gypse et sel gemme ;

4° Groupe supérieur des argiles et des dolomies.

Le Thuringien serait représenté, dans le Salt-Range (Indes), d'après les travaux de M. Waagen, par le *Calcaire supérieur à Productus* du Penjab, qui comprend les trois groupes suivants :

1° Assise inférieure. — Cette division, qui repose sur le Penjabien correspondant au calcaire moyen à Productus de la même région, est caractérisée par *Xenodiscus carbonarius, X. plicatus, Medlicottia Wynei, Popanoceras antiquum, Chonetes aricula, Ch. trapezoidalis, Productus Indicus, Pr. gratiosus, Pr. Abichi, Fusulinella Waageni.*

2° Assise moyenne caractérisée par *Xenodiscus carbonarius, X. plicatus, Medlicottia prima, Chonetes grandicosta, Ch. æquicosta, Productus cora, Pr. serialis, Pr. cylindricus, Pr. mytiloides.*

3° Assise supérieure avec *Nautilus tuberculatus, N. latissimus, Productus Purdoni, Spirifer ambiensis, Athyris subexpansa.*

Cette dernière assise est recouverte par des dépôts triasiques renfermant de nombreux *Ceratites.*

Facies continentaux. — L'analogie des formations continentales du Permien avec celles du Carbonifèrien nous a déterminés à proposer aussi des noms spéciaux pour certaines régions. Les noms

(1) Renevier, 1874. Tableau VIII des terrains sédimentaires.

d'*Autunien* et de *Saxonien* équivaudront à ceux d'*Artinskien* et de *Penjabien*.

Autunien (1).—Cette désignation, synonyme de celle d'*Artinskien*, s'applique aux schistes bitumineux des environs d'Autun (Saône-et-Loire) et aux couches correspondantes. Les schistes bitumineux autuniens, caractérisés dans leur ensemble par *Paleoniscus Blainvillei*, *Pal. Voltzi*, *Pal. angustus*, *Pal. Duvernoyi*, présentent près d'Autun, d'après M. Roche, les subdivisions suivantes :

1° **Schistes d'Igornay**. — Prédominance de la flore stéphanienne : *Pecopteris Schlotheimi*, *P. arborescens*, *P. polymorpha*, *Alethopteris Grandini*, *Al. gigas*, *Sigillaria Brardi*, *Sig. spinulosa*, *Sig. pachyderma*, *Cordaites*; nombreux *Walchia piniformis*, *W. hypnoides*. — *Actinodon Frossardi*, *Euchyrosaurus Rochei*, *Steneorachis dominans*.

2° **Schistes de Muse**. — Diminution de la flore stéphanienne : *Pecopteris arborescens*, *Pec. Candolleana*, *Pec. elegans*, *Callipteris conferta*, *Cal. gigantea*, *Calamites gigas*, *Walchia piniformis*, *W. hypnoides*. — *Protriton petrolei*, *Actinodon Frossardi*, *Act major*.

3° **Schistes de Millery**. — Flore permienne dominante : *Pecopteris* assez abondants, *Sigillaria Brardi*, *Sig. spinulosa*, *Callipteris conferta*, *Cal. obliqua*, *Walchia filiciformis*. — *Protriton petrolei*.

Saxonien (2). — Le faciès du grès rouge de Saxe dominant dans presque toute l'Europe, nous emploierons, pour désigner le Permien moyen de nos régions, le nom de *Saxonien*, lequel sera au Penjabien ce que l'Autunien est à l'Artinskien.

III

GROUPE SECONDAIRE OU MÉSOZOÏQUE

Système triasique (3)

Le système *triasique* est habituellement divisé en trois étages, qui correspondent à l'ancienne trilogie du *Grès Bigarré*, du *Muschelkalk* et du *Keuper*. Mais les considérations fondées sur l'évolution des Ammonitidés ne permettant plus de maintenir cette division, nous admettrons quatre étages triasiques : *Werfénien*, *Virglorien*, *Tyrolien*, *Juvavien*.

Nous avons dû modifier assez profondément la classification de la partie supérieure du Trias alpin, depuis la publication des intéressants travaux de M. de Mojsisovics et de ses importantes rectifications.

Werfénien (1). — A la base du Trias, nous distinguons l'étage *Werfénien* qui comprend les couches de Werfen (Duché de Salzbourg) caractérisées par les *Tirolites* (*T. cassianus*). Cet étage correspond au grès des Vosges (*Vosgien*).

Virglorien (2).—Le *Virglorien* a pour type le calcaire de Virgloria, (Vorarlberg, Alpes rhétiques), qui comprend deux subdivisions :

1° Couches à *Ceratites binodosus* ;
2° Couches à *Ceratites trinodosus*.

Le Virglorien a pour équivalent, dans les régions occidentales, le Wellenkalk et les couches du Röth qui contiennent une faune ayant de très grandes affinités avec celle du Wellenkalk, c'est-à-dire la totalité (ou la presque totalité), du grès bigarré.

Tyrolien (3). — L'étage *Tyrolien* que l'un de nous a proposé comprend, dans le Tyrol méridional, cinq zones qui paraissent être étroitement réunies par leurs caractères paléontologiques et qui ont été réparties par M. de Mojsisovics dans ses deux étages *Norien* et *Carnien*. Ces zones sont :

Tyrolien inférieur. — **Norien** (4).
1° Zone à *Trachyceras Curionii* ;
2° Zone à *T. Archelaus* ;
Tyrolien supérieur. — **Carnien** (5).
3° Zone à *T. Aon* ;
4° Zone à *T. aonoides* ;
5° Zone à *Tropites subbullatus*.

M. de Mojsisovics ayant apporté des modifications assez importantes sur la manière de concevoir son ancien étage Norien, M. Bittner a proposé de remplacer ce nom par celui de *Ladinien* (6).

(1) (2) Renevier, 1874. Tableau VII des terrains sédimentaires.
(3) De Lapparent, 1885. — Traité de Géologie, 2e édition, p. 897.
(4) (5) Mojsisovics, 1869. *Verhandl. der K. K. geol. Reichs.*, p. 65.
(6) Bittner, 1892. *Jahrb. der K. K. geol Reichs.* v. 42, p. 387. Du nom des Ladini, habitants du Tyrol méridional.

Juvavien (1). — Ce nouvel étage, proposé par M. de Mojsisovics, est surtout développé aux environs de Salzbourg. Il est constitué par un puissant massif de calcaires rouges et roses, à Ammonites, renfermant les marbres de Hallstadt. Les calcaires du Dachstein sont un équivalent latéral du Juvavien. M. de Mojsisovics a distingué, dans le Juvavien, cinq zones principales :

1° Zone à *Sagenites Giebeli* ;
2° Zone à *Cladiscites ruber* ;
3° Zone à *Cyrtopleurites bicrenatus* ;
4° Zone à *Pinacoceras Metternichi* ;
5° Zone à *Sirenites argonautæ*.

Type occidental. — Quant à l'équivalence des couches des régions occidentales de l'Europe avec celles des régions orientales, équivalence qui n'a guère été fondée, jusqu'ici, que sur des caractères pétrographiques, elle nous a paru sujette à révision.

D'accord avec les observations récemment faites en Allemagne, nous proposons d'établir le synchronisme comme il suit :

TRIAS INFÉRIEUR. — **Vosgien** (2). — *Grès des Vosges*. Le nom de *Vosgien* nous semble susceptible d'être conservé, au moins à titre provisoire, pour désigner le facies spécial de conglomérats et de grès que la base du système triasique affecte dans la région des Vosges et dans le Nord de l'Allemagne. Nous pensons que c'est avec le Vosgien seulement que doit être synchronisé le *Werfénien*.

TRIAS MOYEN. — Le *grès bigarré* (Röth) à *Beneckeia tenuis* et le Muschelkalk inférieur ou Wellenkalk à *Beneckeia Buchi* forment, par leur faune, un ensemble homogène que nous regardons comme l'équivalent occidental du *Virglorien*.

Système jurassique

L'ancien terrain jurassique devenant le *système jurassique*, sera divisé en trois séries : la série jurassique inférieure, correspondant à l'*Infralias* et au *Lias ;* la série jurassique moyenne, au *Dogger* des Allemands et la série jurassique supérieure, au *Malm*.

I. — Jurassique inférieur

Dans le groupe liasique, nous conserverons la division de l'*Infralias*, se partageant en deux étages : *Rhétien* et *Hettangien ;* ensuite viendra le *Lias* proprement dit, avec ses trois subdivisions : *Sinémurien*, *Charmouthien* (ancien *Liasien* de d'Orbigny) et *Toarcien*.

Rhétien (1). — L'étage Rhétien comprend les couches à *Avicula contorta*, *Microlestes antiquus*. Ses affinités avec le Trias se manifestent, dans la région alpine, par la persistance des genres *Choristoceras* et *Arcestes* ; mais l'apparition probable des *Psiloceras* et surtout la grande analogie de la *flore rhétienne* avec la *flore hettangienne*, ainsi que ses caractères stratigraphiques généraux, montrent que le Rhétien paraît avoir beaucoup plus d'affinités avec les terrains jurassiques qu'avec les terrains triasiques.

Hettangien (2). — L'Hettangien ne comprend que deux assises :

1° Assise inférieure, à *Psiloceras planorbis* et *Pecten Valoniensis ;*
2° Assise supérieure, à *Schlotheimia angulata*.

Il est souvent difficile de séparer les dernières couches hettangiennes des premières assises sinémuriennes, par suite de la présence dans ces deux horizons de la *Gryphæa arcuata* ; l'*Arietites bisulcatus* permettra toujours de reconnaître le début du Sinémurien.

Sinémurien (3). — Le Sinémurien commence avec les couches à *Arietites bisulcatus* et finit avec les assises à *Arietites* (*Caloceras*) *raricostatus*. Dans une grande partie de l'Europe on y a reconnu les grandes subdivisions suivantes :

1° — A, couches à *Arietites bisulcatus*, *Ar. rotiformis*, *Ar. Conybeari ;* — B, couches à *Arnioceras geometricum ;*

(1) Gümbel, 1861. Geogn. Beschreib. d. Bayer Alpengeb., p. 122. De l'ancienne Rhætie (Grisons, Suisse).

(2) Renevier, 1864. Notices géol. et pal., Alpes Vaudoises, n° 1, p. 51. De Hettange (Lorraine).

(3) D'Orbigny, 1849. *Pal. Fr.* Terrains jurassiques, vol. I, p. 604. De Castrum Sinemurum (Semur en Auxois, Côte-d'Or).

2° Zone à *Arietites Turneri, Deroceras Birchi ;*
3° Zone à *Arietites obtusus, Ægoceras planicosta ;*
4° Zone à *Oxynoticeras oxynotum, Caloceras (Arietites) raricostatum.*

Charmouthien (1). — Le Charmouthien, désigné par Oppel sous le nom de Pliensbachien (2), débute avec les bancs à *Deroceras armatum* et se termine par les couches à *Amaltheus spinatus.* Il présente cinq assises principales :

1° Zone à *Deroceras armatum :*
2° Zone à *Phylloceras ibex, Polymorphites Jamesoni, Cœloceras pettos ;*
3° Zone à *Lytoceras Davœi, Liparoceras striatum ;*
4° Zone à *Harpoceras pseudo-Normanianum* et à *Amaltheus margaritatus,* qui acquièrent ici leur maximum de développement ;
5° Zone à *Amaltheus spinatus* et *Amaltheus Engelhardti* (variété de l'*Am. margaritatus*).

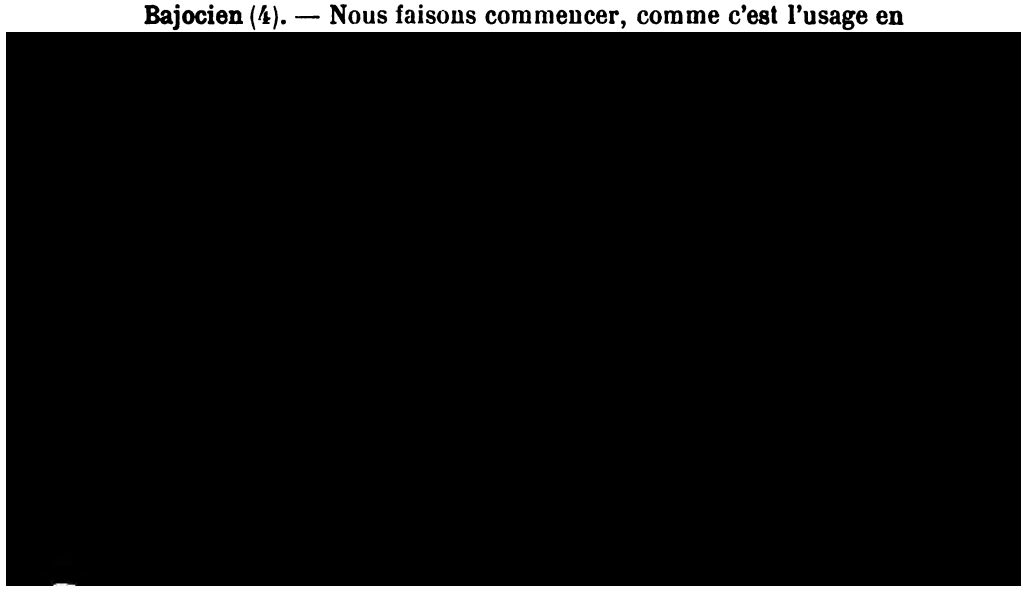
Toarcien (3). — Le Toarcien comprend depuis les couches à *Harpoceras falciferum* (*Amm. serpentinus* auct.) jusqu'aux assises à *Harpoceras opalinum.* On y remarque les zones suivantes bien représentées en Normandie :

1° — A, couches à *Koninckella liasina, Eudesella mayalis ;* — B, couches à *Harpoceras falciferum, Harp. Levisoni ;*
2° Zone à *Harpoceras bifrons, Cœloceras Hollandrei ;*
3° Zone à *Harp. fallaciosum, Harp. Toarcense ;*
4° Zone à *Dumortieria radiosa ;*
5° — A, couches à *Harp. Aalense ;* — B, couches à *Harp. opalinum.*

II. — Jurassique moyen

La série jurassique moyenne ne comprend que deux étages : *Bajocien* et *Bathonien.*

Bajocien (4). — Nous faisons commencer, comme c'est l'usage en



1° Couches à *Ludwigia Murchisonæ*, divisées en deux zones : — (A) zone à *Ludwigia Murchisonæ* (forme typique et var. *Haugi*) ; — (B) zone à *Ludw. Murchisonæ* (nombreuses variétés), *Ludw. Bradforsensis*, *Sonninia* sp., *Erycites* aff. *fallax*.

2° Assises à : — (A) *Ludw. concava*, *Haplopleuroceras subspinatum* ; — (B) *Hyperlioceras Walkeri*, *Hyp. discites*. [Ces assises ne sont pas connues en Normandie].

3° Assise à *Witchellia*, du groupe de *Witch. corrugata*.

4° Assises à : — (A) *Sphæroceras Sauzei*, *Sonninia patella* ; — (B) *Witch. Romani*, *Sonn. deltafalcata*. [Cette zone n'a pas été rencontrée en Normandie].

5° Assises à *Cosmoceras Garantianum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, qui se terminent dans le Bessin par les calcaires à *Stomechinus bigranularis*, *Belemnites Bessinus* et *Parkinsonia Parkinsoni*.

Nous ne méconnaissons pas les affinités assez étroites que créent entre la zone à *Ludw. Murchisonæ* et les couches à *Harp. aalense* et *Lyt. torulosum*, l'association, dans les couches à *Ludw. Murchisonæ*, d'assez nombreux *Lytoceras* du groupe du *L. jurense*, ainsi que la présence de l'*Hammatoceras Sieboldi* et de plusieurs formes voisines. Aussi, malgré la signification qu'il nous semble légitime d'attribuer à l'apparition des *Sonninia* au milieu des assises à *Ludw. Murchisonæ* en transgression sur les couches à *Harp. opalinum*, croyons-nous qu'on puisse être conduit à réunir, comme l'a fait M. Mayer, les couches à *Harp. Murchisonæ* avec les zones à *Dumortieria radians* et *Harpoceras aalense*, sous le nom d'**Aalénien** (1). Cet étage formerait, conformément à la classification qui prévaut en Allemagne, la base du Jurassique moyen, et comprendrait les zones suivantes :

1° Z. à *Dumortieria radiosa* ; 2° Z. à *Harpoceras aalense* ; 3° Z. à *Harp. opalinum* ; 4° Z. à *Ludwigia Murchisonæ* ; 5° Z. à *Ludw. concavum*.

Avec ce groupement, le Lias se terminerait par les couches à *Harp. fallaciosum*, et le vrai Bajocien commencerait avec les couches à *Witchellia*.

Bathonien (2). — L'ancienne classification du Bathonien était basée sur des différences pétrographiques et sur des modifications de faunes principalement définies par les Brachiopodes et les Mollusques ; c'est ainsi qu'on avait été conduit à distinguer d'abord en Angleterre, puis en France, cinq assises principales : 1° *Fuller's earth*, 2° *great oolite*, 3° *Bradford clay*, 4° *Forest marble* et 5° *Cornbrash*.

Si l'on se borne à considérer les Céphalopodes, ces divisions perdent beaucoup de leur importance, et il n'y a encore lieu d'établir actuellement que deux grandes divisions.

1° Division inférieure où dominent *Morphoceras polymorphum* et *Per. zigzag* ;

2° Division supérieure caractérisée par *Hecticoceras retrocostatum*, *Oxynoticeras discus* et *Oxynoticeras* du groupe de l'*Oxynot. Hochstetteri*.

(1) Mayer, 1864. Tableau synchr. des terrains juras. De Aalen (Wurtemberg).

(2) D'Omalius d'Halloy, 1843, sens étendu (Bajocien et Bathonien réunis.) Précis élémentaire de Géologie, p. 470. — D'Orbigny, 1849, (sens restreint admis). *Pal. fr.*, Ter. juras., vol. I, p. 607. De Bath (Angleterre).

Quelques auteurs ont admis deux grandes coupures stratigraphiques dans le Bathonien :

1° Le **Vésulien** (1) de Mayer qui représente le Fuller's earth et les couches de Stonesfield ;

2° Le **Bradfordien** (2) qui comprend toutes les assises bathoniennes supérieures au Fuller's earth.

Ces deux sous-étages paraissent correspondre aux deux grandes divisions établies au moyen des Céphalopodes.

III. — Jurassique supérieur

La série du Jurassique supérieur, qui débute par une transgression remarquable, est caractérisée en Europe par l'arrivée de Bélemnites boréales ; on y distinguera cinq grands étages : 1° *Callovien*, 2° *Oxfordien*, 3° *Rauracien* et *Séquanien*, 4° *Kimeridgien*, 5° *Portlandien*.

Callovien (3). — Le Callovien comprend trois subdivisions de valeur inégale, que l'on peut répartir en deux sous-étages. Ces subdivisions sont :

1° Assises inférieures à *Cosmoceras Gowerianum*, *Cosmoc. Calloviense* et *Macrocephalites macrocephalus* ;

2° Assises moyennes à *Reineckeia anceps* et *Stephanoceras coronatum*, où reparaît encore en abondance *Macrocephalites macrocephalus* ;

3° Assises supérieures à *Peltoc. athleta*, *Cardioc. Lamberti* et *Cardioc. Mariæ*.

Si l'on divise le Callovien en deux sous-étages, comme on le fait quelquefois, peut-être un peu arbitrairement, le **Callovien proprement dit** correspondra aux assises 1° et 2° ; tandis que le sous-étage **Divésien** (4), si bien représenté aux environs de Dives, mais intimement lié au précédent par la persistance des *Cosmoceras*, comprendra les couches n° 3 qu'on peut diviser en deux zones : l'inférieure, à *Peltoceras athleta* et *Cardioceras Lamberti* ; la supérieure, où ces deux espèces sont associées à *Cardioc Mariæ*, ce dernier fossile finissant par être seul dans l'horizon le plus élevé.

1° Groupe inférieur, à *Cardioc. cordatum*, *Card. vertebrale*, *Peltoceras Eugenii*, *Pelt. Arduennense* ;

2° Groupe moyen, à *Card. cordatum*, *Card. Villersense*, *Aspidoc. faustum* et grands *Perisphinctes* ;

3° Groupe supérieur, caractérisé par *Perisphinctes Martelli* et *Ochetoceras canaliculatum*. Cette division, qui a une grande importance stratigraphique, présente des affinités paléontologiques avec les couches rauraciennes.

Les assises à *Perisphinctes Martelli* font partie du sous-étage *Argovien* (1) employé souvent par les géologues suisses; mais ce sous-étage a été établi pour un facies à spongiaires et très mal défini par Marcou; il renferme plusieurs termes disparates.

Facies Corallien. — La partie supérieure de l'Oxfordien est représentée, dans les Ardennes, etc., par des assises à *Glypticus hieroglyphicus* et par des couches coralliennes à *Diceras*.

RAURACIEN et SÉQUANIEN. — Les étages Rauracien et Séquanien ont été établis plutôt sur des facies superposés que sur des données paléontologiques déduites de l'étude des Céphalopodes ; ces deux termes présentent entre eux une telle affinité qu'on devra très probablement les réunir sous un même nom. Aux environs de la localité classique de Balingen (Souabe), ces deux divisions sont représentés par les deux zones décrites par Oppel sous les noms de :

1° Zone — A, à *Peltoceras bimammatum*, — B, à *Oppelia Hauffiana* ;

2° Zone à *Oppelia tenuilobata*.

Rauracien (2).— Le Rauracien a été créé par Gressly pour désigner les couches, à facies corallien, comprises entre l'Oxfordien et le calcaire à Astartes (Séquanien); ses limites paléontologiques ont été assez mal définies. Dans le Bassin de Paris, les assises non coralliennes à *Peltoceras bimammatum* et *Ochetoceras Marantianum* qui renferment déjà, mais rarement, des formes très voisines du *Perisphinctes Achilles*, sinon identiques, correspondent d'une manière générale au Rauracien proprement dit. Elles ont pour équivalent les couches coralliennes classiques de l'Yonne, de la Meuse, etc. Les facies principaux du Rauracien, désignés sous les noms de *Glypticien*, *Zoanthérien*, *Dicératien*, n'ont aucune valeur au point de vue stratigraphique.

Le Rauracien correspond à une partie de l'étage *Corallien* (3) que d'Orbigny avait créé pour grouper les calcaires coralliens, qui appartiennent aux *différents étages* du Jurassique supérieur.

(1) Marcou, 1848. *Mém. Soc. Géol. Fr.* 2e série, vol. 3, p. 88. De l'Argovie (Suisse).

(2) Gressly in Greppin, 1870. *Matér. Carte géol. Suisse*, 1870, 8e livraison, p. 75. De l'ancienne Rauracie (environs de Bâle, Suisse).

(3) D'Orbigny, 1845. *Pal. Fr.* Terr. jur., vol. I, p. 609.

Séquanien (1). — Le Séquanien a été établi par Marcou pour réunir les assises que les géologues désignaient sous le nom de calcaire à Astartes (Astartien). Il se compose, dans le Bassin de Paris, des assises où les *Perisphinctes* du groupe du *Per. Achilles* prennent leur maximum de développement. Dans le bassin méditerranéen, l'étage séquanien est surtout représenté par les couches à *Oppelia tenuilobata, Neumayria trachynota, Neum. compsa.*

Kimeridgien (2). — Le Kimeridgien, tel qu'il a été du reste très bien défini par d'Orbigny, doit comprendre l'ensemble des assises communément désignées sous les noms de *Ptérocérien* et de *Virgulien.* Dans le Nord, on y distingue deux grands niveaux à Céphalopodes :

1° Couches à *Perisphinctes Cymodoce, Reineckeia pseudomutabilis ;*
2° Assises à *Aspidoceras orthoceras, A. Lallierianum* et *A. longispinum.*

Portlandien (3). — Le Portlandien commence avec les couches à *Stephanoceras Portlandicum* et se termine par les assises à *Perisph. giganteus.* Il se divise en deux sous-étages : *Bononien* (4) et *Aquilonien* (5) que les travaux récents de MM. Pavlow et Lamplugh permettent de retrouver en Russie, en Angleterre et en France.

Bononien. — Dans le Boulonnais, cette division comprend les principales assises suivantes :

1° Couches à *Stephanoceras Portlandicum, St. gigas, Perisphinctes biplex ;*
2° Assises à formes voisines des *Perisphinctes scythicus, Per. Pavlowi, Per. Lomonossowi. Per. triplicatus, Belemnites Pellati.*

Aquilonien. — L'Aquilonien de M. Pavlow renferme les assises à *Perisphinctes Bononiensis, Per. triplicatus, Per. giganteus, Trigonia gibbosa.*

Facies méridional. — **Tithonique.** — Dans les régions méditerranéennes, avec la transgression kimeridgienne et portlandienne arrivent de nouvelles formes de Céphalopodes et de Brachiopodes (Pygope) qui caractérisent le facies particulier qu'Oppel avait désigné sous le nom d'étage *Tithonique*. Le Tithonique moyen et supérieur est représenté par des couches à Ammonites, au milieu desquelles s'élèvent des récifs de calcaires coralliens à *Heterodiceras Lucii* et *Terebratula Moravica*. Les principales divisions tithoniques sont :

Kimeridgien : 1° Couches à *Phylloceras Loryi*, *Waagenia Beckeri*, *Pygope Janitor*.

Portlandien : 2° Couches à *Perisphinctes geron*, *Waagenia hybonota*, *Pygope Janitor*.

3° Couches de Stramberg (Nord des Carpathes) à *Perisphinctes transitorius*.

4° Couches de Koniakau et de Roverè di Velo (Véronais) à *Haploceras grasianum* et *Hoplites Carpathicus*, correspondant au Berriasien.

Système crétacé.

Les assises qui constituent le système crétacé sont caractérisées dès leur base par l'apparition de nombreuses formes de Céphalopodes : *Acanthoceras*, *Sonneratia*, *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Hamites*, *Baculites*, etc., et par toute une série de Rudistes, *Valletia*, *Monopleura*, *Toucasia*, *Requienia*, qui n'ont pas de représentants dans les terrains jurassiques.

Dans le Nord, les couches crétacées sont en discordance transgressive sur les terrains jurassiques ; dans les régions méridionales, il y a au contraire passage insensible entre les deux formations.

Le système crétacé débute par le Néocomien et se termine avec le Danien supérieur représenté par les calcaires de Mons (Belgique). Nous adoptons sa division habituelle en deux séries : une série inférieure en discordance transgressive, dans le Bassin franco-belge, sur les terrains jurassiques supérieurs, et une série supérieure séparée de la première par l'importante transgression cénomanienne.

I. — Série crétacée inférieure

La série crétacée inférieure comprend : 1° le *Néocomien* avec ses sous-étages *Valanginien* et *Hauterivien* ; 2° le *Barrémien* ; 3° l'*Aptien* ; 4° l'*Albien*. Elle correspond à une ère où les Céphalopodes déroulés, *Heteroceras*, *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Toxoceras*, *Hamites*, etc., ont acquis leur maximum de développement.

Néocomien (1). — Le Néocomien marin est incomplet dans le Nord de la France; dans le Midi, au contraire, il se relie intimement au Jurassique par l'intermédiaire des couches de Berrias. Nous admettrons, comme on le fait généralement, deux sous-étages dans le Néocomien : *Valanginien* et *Hauterivien*, qui ont entre eux beaucoup trop de rapports paléontologiques pour qu'on puisse les considérer comme deux étages indépendants.

VALANGINIEN (2). — Ce sous-étage présente dans le Jura deux subdivisions principales qui ont entre elles les plus grandes affinités :

1° — A. Assises à *Strombus Sautieri, Toxaster Campichei;* — B. Assises à *Hoplites Thurmanni, Pygurus rostratus, Eudesia Marcousana,* correspondant dans le Midi de la France (3) aux couches à *Duvalia lata, Hoplites Roubaudi, Hopl. Neocomiensis, Holcostephanus Asterianus.*

2° Assises à *Ostrea rectangularis,* synchroniques dans le Midi des couches à *Saynoceras* (4) *verrucosum, Hoplites Neocomiensis, Hoplites Arnoldi, Holcostephanus Astierianus, Duvalia lata.*

HAUTERIVIEN (5). — L'Hauterivien, dont les marnes d'Hauterive sont le principal représentant dans le Jura, peut facilement, dans le Midi, se diviser en deux groupes :

1° Assises à *Holcostephanus Jeannoti, Hol. Astieranus, Hoplites radiatus, Belemnites pistilliformis.*

2° Assises à *Crioceras Duvali, Holcostephanus intermedius, Duvalia dilatata, Belemnites pistilliformis.*

Faciès à Rudistes et à Coraux. — Le faciès à Rudistes et le faciès corallien sont représentés dans le Valanginien du Corbelet, près Chambéry, par les calcaires à *Valletia Tombecki, Monopleura* sp. et nombreux Polypiers.

Barrémien (6). — L'étude des Céphalopodes du Barrémien montre

1° Zone inférieure caractérisée par de nombreux *Holcodiscus* et *Pulchellia* : *Hol. Caillaudi*, *Hol. fallax*, *Pulchellia pulchella*, *Pul. Didayi*, *Silesites vulpes*.

2° Zone supérieure où dominent les *Costidiscus*, *Macroscaphites* et *Heteroceras* : *Cost. recticostatus*, *Macr. Yvani*, *Het. Astieri*.

Aptien (1). — Cet étage, qui a été fait pour les argiles d'Apt (Vaucluse), est souvent très réduit. Il comprend dans le Midi deux séries de couches principales :

1° Couches à *Ancyloceras Matheronianum*, *Acanthoceras Stobieski*, *Hoplites Deshayesi*.

2° Couches à *Oppelia Nisus*, *Macroscaphites striatosulcatus*, *Hoplites crassicostatus*, *Hopl. Gargasensis*.

Faciès à Rudistes et à Coraux. — Barrémien et Aptien. — A ces deux étages correspond souvent un ensemble de bancs calcaires à *Requienia*, *Toucasia*, *Orbitolina* et à Polypiers, que d'Orbigny avait pris comme type de son étage Urgonien (2). Les assises qui présentent ce faciès se répartissent en deux groupes :

1° Couches à *Requienia ammonia*, *Toucasia carinata*, *Matheronia Virginiæ*, *Monopleura trilobata*, Echinides, Polypiers.

2° Assises à *Orbitolina conoidea*, *Orb. discoidea*, *Heteraster oblongus*.

Albien (3). — L'ensemble des assises qui constituent l'Albien est communément désigné sous le nom de Gault. Cet étage est remarquable par le nombre considérable de gisements de phosphate de chaux qu'il renferme en Angleterre, en France, en Suisse et en Russie. Dans le Bassin de Paris, les couches albiennes peuvent être réunies en deux grands groupes :

1° Groupe inférieur caractérisé par *Acanthoceras mammillare*, *Ac. Lyelli*, *Sonneratia Cleon*, *Hoplites Archiaci*, correspondant en partie aux couches phosphatées de Machéromesnil (Ardennes).

2° Groupe supérieur caractérisé par *Hoplites tuberculatus*, *Hopl. lautus*, *Hopl. splendens*, *Inoceramus sulcatus*, qui correspond aux argiles de Folkestone (Angleterre) et aux couches de phosphate supérieures de la Perte du Rhône (Ain).

Dans le Midi de la France, il y aura lieu de subdiviser ces deux zones

Faciès à Rudistes. D'après les travaux de M. Seunes, les calcaires à Rudistes des environs d'Orthez (Basses-Pyrénées), caractérisés par *Toucasia Santanderensis*, *Touc. Seunesi*, *Horiopleura Lamberti*, appartiennent à l'Albien. Les couches qui ont la même faune dans les Corbières et en Espagne sont sur le même horizon.

(1) D'Orbigny, 1843, voir 1852. Cours élément de Paléont. stratigr., vol II, p. 607.

(2) D'Orbigny, 1852, *Loc. cit.*, p. 606. De Orgon (Bouches-du-Rhône).

(3) D'Orbigny, 1843, voir 1852. *Loc. cit.*, p. 617. De Alba (Aube, rivière).

II. — Série crétacée supérieure

Nous faisons commencer cette série avec le Cénomanien qui marque une ère importante de transgressivité ; cette série comprend les étages suivants : 1° *Cénomanien* ; 2° *Turonien* ; 3° *Sénonien* (A *Emschérien*, B *Aturien*) ; 4° *Danien*. Le *Montien* (Danien supérieur) correspond à l'extrême limite des terrains crétacés.

Cénomanien (1). — En Normandie, en Aquitaine, en Algérie, en Egypte, etc., le Cénomanien accuse une transgression en rapport avec une importante modification de faune. Il présente, dans le Bassin de Paris, trois divisions principales :

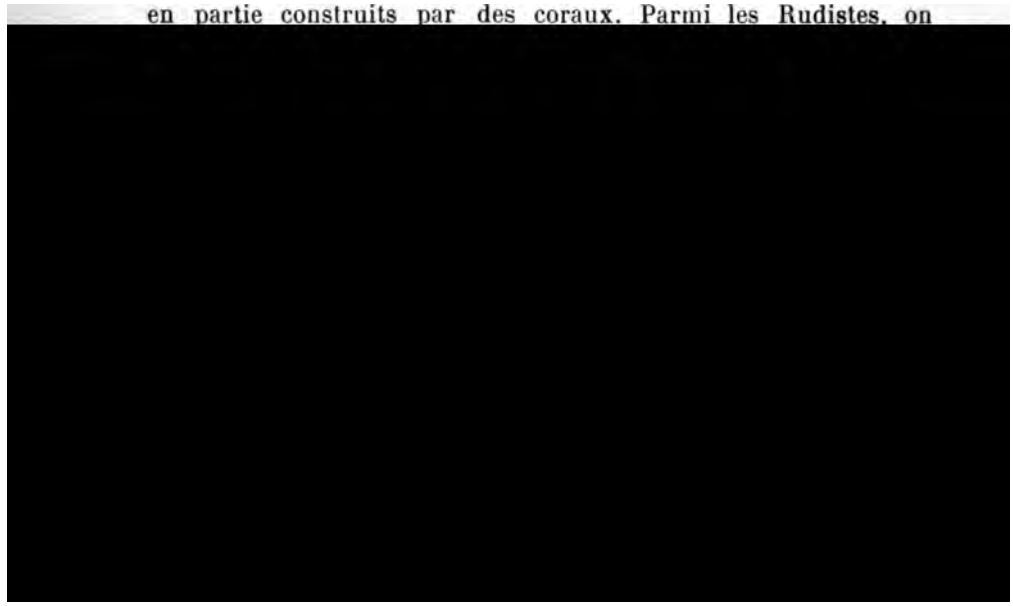
1° Aux environs du Havre (Seine-Inférieure) et de Montblainville (Meuse), le Cénomanien débute par des assises argilo-siliceuses, désignées localement sous le nom de gaize, où des espèces albiennes, comme *Mortoniceras rostratum*, *Hoplites auritus* et *H. splendens*, se trouvent associées à *Schlœnbachia varians*, *Turrilites Bergeri*. M. Renevier a proposé le mot d'étage *Vraconnien* (2) pour désigner les couches de Suisse qui renferment une association analogue.

2° L'assise moyenne, bien développée en Normandie, est caractérisée par *Acanthoceras Mantelli*, *Scaphites æqualis* et *Turrilites tuberculatus*.

3° L'étage se termine par la *craie de Rouen* à *Acanth. Rotomagense* et *Turrilites costatus*.

Faciès du Maine et du Perche. — Les Grès du Maine et du Perche sont un faciès du Cénomanien susceptible d'embrasser toute la hauteur de l'étage. La faune des couches terminales à Ostracées dénote une invasion méridionale très accusée de courants marins venant de l'Aquitaine, à travers le détroit du Poitou.

Faciès à Rudistes et faciès corallien. — Dans le Midi se développe, dans le Cénomanien, un faciès à Rudistes associé à des calcaires en partie construits par des coraux. Parmi les Rudistes, on



Les principales divisions de cet étage sont :

1° Couches à *Belemnitella plena* du Nord de la France et de la Belgique, avec *Mammites Rochebruni*, *Sonneratia perampla*, *Echinoconus subrotundus*. En Touraine, ces mêmes assises renferment *Terebratella Carentonensis*, *Mammites Rochebruni*, *Sphenodiscus* voisin de *Sph. pedernalis*.

2° Couches à *Inoceramus labiatus* du cap Blanc-Nez, avec *Mammites rusticus*, *M. nodosoides*, *M. Rochebruni*.

3° — A. Tuffeau de Touraine à *Mammites Revellieri*, *Prionotropis Woolgari*, *Sonneratia perampla*, *Son. cephalota*. — B. Craie tuffeau à *Acanthoceras Deverioudis*, *Tissotia Gallienei*.

4° Assises à *Sphenodiscus Requeini*, *Acanthoceras Deverianum* correspondant aux couches à *Micraster breviporus*.

M. Coquand a subdivisé le Turonien en deux sous-étages *Ligérien* et *Angoumien*, qui ont subi de profondes modifications. Les trois premières divisions turoniennes peuvent être considérées comme appartenant au Ligérien et la quatrième à l'Angoumien.

Faciès à Rudistes. — Les principales espèces d'Hippurites qui caractérisent le Turonien supérieur (Angoumien) sont, d'après M. Douvillé : *Hipp. Gosaviensis*, *H. inferus*. *H. Petrocoriensis*, *H. Grossouvrei*. *H. resectus*, *H. Vasseuri*.

Sénonien (1). — Pour rester fidèles au principe qui consiste à baser, partout où cela est possible, la distinction des étages sur l'évolution des Céphalopodes, nous devons tenir compte de ce fait, que l'ancien *Sénonien* de d'Orbigny mérite aujourd'hui d'être partagé en deux divisions ayant la valeur d'étages : l'*Emschérien* et l'*Aturien*.

Le Sénonien avait déjà été divisé, en 1858, par Coquand, en quatre sous-étages établis plutôt sur des faciès locaux que sur de véritables données stratigraphiques et paléontologiques.

1° **Coniacien** (2) créé pour les assises de sables, de grès calcarifère et de calcaire glauconieux des environs de Cognac (Charente), qui renferment *Ostrea auricularis*, *Terebratula Arnaudi*, *Rhynchonella Baugasi*, *Rh. Petrocoriensis*.

2° **Santonien** (3) correspondant aux couches crayeuses à *Micraster Turonensis* (*brevis*), *Rhynchonella vespertilio*, *Spondylus truncatus*.

3° **Campanien** (4) représenté par les assises crayeuses à *Orbitoides media*, *Ostrea vesicularis* et *Clypeolampas Leskei*.

4° **Dordonien** (5) comprenant les dernières couches à Hippurites, caractérisées par *Hipp. radiosus* et *Jouannetia Jouanneti*.

Ces quatre sous-étages, qui n'ont qu'une valeur locale, se répartiront deux par deux dans les étages Emschérien et Aturien.

(1) D'Orbigny, 1843, voir 1852, *Loc. cit.*, p. 666. De Senones (Sens, Yonne).

(2), (3), (4), (5). Coquand, 1858. — Descr. phys. géol. paléont. et min. de la Charente, p. 479, p. 497, p. 509, p. 533.

Emschérien (1). — L'Emschérien est bien représenté dans la Westphalie par l'Emscher Mergel qui correspond à la plus grande partie de cet étage ; il est également très développé dans les Charentes, les Corbières, etc.

Les deux grandes assises qui constituent l'Emschérien ont entre elles une très grande affinité paléontologique ; elles correspondent au Coniacien et au Santonien de Coquand qui ont en commun *Mortoniceras serratomarginatum* et *Mort. Bourgeoisii*.

1° **Emschérien inférieur** (= **Coniacien**), caractérisé, d'après les récents travaux de M. de Grossouvre, par le développement des genres *Barroisiceras*, *Gauthiericeras*, *Peroniceras*. Les espèces principales sont : *Bar. Haberfellneri*, *Gauth. Margæ*. *Per. subtricarinatum*.

2° **Emschérien supérieur** (= **Santonien**), caractérisé par *Mortoniceras texanum*, *Puzosia Corbarica*, *Placenticeras syrtale*, *Sonneratia Savini*.

Aturien (2). — La partie supérieure du Sénonien est caractérisée partout par l'épanouissement des *Hauericeras* et des *Pachydiscus*, *P. Neubergicus*, *P. epiplectus*, etc., auxquels s'ajoutent *Baculites anceps*, *Scaphites constrictus*, *Heteroceras polyplocum*. C'est là aussi qu'apparaît *Belemnitella mucronata*, dont l'arrivée dans le Bassin anglo-parisien, par des courants issus du Nord, semble coïncider avec le principal changement de la faune des Ammonites. Pour désigner cette division supérieure du Sénonien, nous chercherons une région où tous les termes soient représentés, et où la série des Céphalopodes soit assez complète. Nous la trouverons à Tercis, sur les bords de l'Adour et, en conséquence, nous lui donnerons le nom d'étage *Aturien*.

A cet étage correspondent, dans le Bassin franco-belge, les divisions suivantes :

Les deux sous-étages de l'Aturien seront :

1° Le **Campanien** de Coquand, désignation acceptée pour grouper les assises de craie blanche à Bélemnitelles ;

2° Le **Maestrichtien** (1) que Dumont proposa en 1850 pour désigner la craie Tufleau de Maestricht, correspondant à un faciès caractérisé par les *Hemipneustes*, les *Orbitoides*, les *Omphalocyclus*, etc. Ce terme a la priorité sur celui de **Dordonien** créé par Coquand, en 1858, pour le faciès à Rudistes de l'Aquitaine, synchronique du Maestrichtien.

Faciès à Rudistes. — Les Hippurites caractéristiques des différents horizons du Sénonien sont, d'après les travaux de M. Douvillé :

I. — **Emschérien.**

1° Coniacien (Gatigues). — *Hipp. giganteus, H. Oppeli, H. Moulinsi, H. Gaudryi? H. Requieni.*

2° Santonien inférieur (Sougraignes, cimetière). — *Hipp. galloprovincialis, H. Jeani, H. Zurcheri, H. cornuvaccinum?, H. socialis, H. sublævis, H. cornucopiæ.*

3° Santonien supérieur (Montagne des Cornes, Le Beausset, Martigues sup^r). — *Hipp. latus, H. dentatus, H. sulcatus, H. sulcatissimus, H. Toucasi, H. Maestrei, H. striatus, H. canaliculatus, H. socialis, H. organisans, H. turgidus, H. sublævis, H. bioculatus, H. cornucopiæ, H. Arnaudi.*

II. — **Aturien.**

1° Campanien (Leychert, Catalogne). — *Hipp. latus, H. Archiaci, H. sulcatoides, H. variabilis, H. Heberti, H. Verneuili, H. Vidali.*

2° Dordonien. — *Hipp. Espaillaci, H. radiosus*, genres *Barrettia* et *Pironæa.*

Danien (2). — Le dernier étage de la série crétacée supérieure sera le Danien. Les calcaires à *Nautilus Danicus* de l'île de Faxö (Danemark) ont servi de type à Desor pour établir cette division. Cessant d'y comprendre, comme on l'a fait quelquefois, le Maestrichtien, nous rangerons, à la partie terminale du Danien, le *Calcaire pisolitique* des environs de Paris et les *Calcaires de Mons* (Belgique) qui marquent le maximum de régression des mers crétacées supérieures, précédant la grande invasion marine des sables tertiaires du Thanétien. Dans le Midi, le Danien aura pour équivalent les couches saumâtres, avec lits marins intercalés, du *Garumnien* (3) de Leymerie et les couches marines à *Coraster* que M. Seunes a fait connaître dans les Pyrénées. Nous admettrons dans cet étage les deux grandes divisions suivantes :

1° Danien inférieur **(Danien pr. dit).** — Cette division comprend les calcaires à silex de Saltholm (Sund) et les calcaires compacts de

(1) Dumont, 1850. — De Maestricht (Hollande).

(2) Desor, 1850. — De Dania (Danemark).

(3) Leymerie, 1862. *B. S. G. F.*, 2e sér. T. XIX, p. 1033. — De Garumna (Garonne).

Faxö (Danemark), caractérisés par *Nautilus Danicus, Temnocidaris Danica, Ananchytes sulcata, Cidaris Hardouini.*

Le *Nautilus Danicus* a une très grande extension géographique ; il se retrouve dans l'Aquitaine, les Pyrénées, les Indes, etc.

2° Danien supérieur **(Montien)** (1). Quoique les relations stratigraphiques des calcaires de Faxö (Danemark) et de Mons (Belgique) ne soient pas encore très bien connues, les affinités de la faune montienne avec les faunes éocènes sont telles, que le Montien doit être regardé comme plus récent que les couches du Danien inférieur. Aux environs de Montereau, etc., la faune montienne renferme encore quelques espèces crétacées : *Nautilus Danicus, Janira quadricostata, Pecten subgranulatus, Lima texta.*

Le Montien du Bassin franco-belge présente trois zones :

1° Calcaire pisolitique de Meudon (Seine-et-Oise), de Montereau (Seine-et-Marne) à *Nautilus Danicus, Cidaris Tombecki, Cidaris distincta, Goniopygus minor.*

2° Marnes blanches saumâtres de Meudon (S.-et-O.) à *Lampania inopinata, Melanopsis Briarti, Briartia Grilleti, Cornetia Modunensis.*

Ces deux divisions correspondent au calcaire de Cuesme et de Mons (Belgique).

3° Marnes blanches supérieures passant à des travertins représentant les couches lacustres supérieures au calcaire de Mons, caractérisées par *Physa Montensis.*

En Istrie, les couches de Cosina à *Stomatopsis Cosinensis, Apricardia* et *Radiolites* sont l'équivalent du Montien.

IV.

GROUPE TERTIAIRE OU NÉOZOÏQUE

Les terrains qui constituent la série tertiaire se différencient dès

Système Eogène.

Les terrains tertiaires éogènes du Nord de l'Europe commencent avec le *Thanétien*, se continuent par le *Sparnacien*, l'*Yprésien*, le *Lutétien*, le *Bartonien*, le *Priabonien*, le *Tongrien* et l'*Aquitanien*.

Les caractères paléontologiques tirés de l'étude des Mollusques et des nombreuses Nummulites qui donnent une physionomie si particulière à ce système, permettent de le diviser en deux séries : *Série Eocène* et *Série Oligocène*.

Faciès méditerranéen. Dans les régions méridionales, l'Eogène comprend toutes les assises dont l'ensemble a depuis longtemps été désigné par les anciens géologues sous le nom de *Terrain nummulitique*.

Série éocène

La série éocène, établie par Lyell pour réunir des assises qui ont entre elles une grande affinité paléontologique, a été subdivisée en trois groupes classiques : I. *Eocène inférieur*. II. *Eocène moyen*, III. *Eocène supérieur*. Dans le Nord et dans la plus grande partie des régions alpines, l'Eocène est en transgression sur le Danien ou en discordance sur les différents termes de la série crétacée, etc.

I. — Eocène inférieur.

L'Eocène inférieur renferme les trois étages : *Thanétien*, *Sparnacien* et *Yprésien*, réunis par d'Orbigny sous le nom de *Suessonien* (1) et correspond, dans le Bassin anglo-franco-belge, à des époques où la température des eaux marines était inférieure à celle des mers de l'Eocène moyen.

Dumont avait distingué, à la base de l'Eocène, un système *Heersien* (2) et un système *Landénien* (3) comprenant un étage inférieur marin et un étage supérieur fluvio-lacustre; les deux divisions landéniennes, qui ont des caractères très différents et dont l'extension géographique est très inégale dans les divers bassins tertiaires, ne peuvent, dans l'état actuel de nos connaissances, être désignées sous un même nom. Nous réunirons le système Heersien et le Landénien inférieur sous le nom de *Thanétien*; le Landénien supérieur deviendra notre étage *Sparnacien*.

(1) D'Orbigny, 1852. Cours élémentaire de paléont. et de géol., T. II, p. 712, de Suessones (Soissons).

(2) Dumont, 1851. De Heers, Belgique.

(3) Dumont, 1849. De Landen, Belgique.

Régions méditerranéennes. — Les limites respectives du Danien supérieur et de l'Eocène inférieur sont faciles à fixer dans la région qui s'étend des Alpes vénitiennes à la Dalmatie, quoique la série sédimentaire du grand synclinal alpin soit ininterrompue. M. Stache a créé, pour des assises intermédiaires entre les terrains crétacés et les terrains tertiaires, un étage *Liburnien* qui offre la plus grande analogie avec le *groupe de Laramie* des Montagnes Rocheuses. En réalité, cette division a été faite avec les dernières assises crétacées et les premières assises éocènes. En effet, dans les couches saumâtres de Cosina (Liburnien inférieur) on trouve encore des bancs marins avec *Radiolites* et nombreux *Apricardia*, tandis que les assises qui surmontent ces couches daniennes de Cosina sont au contraire complètement dépourvues de Rudistes ; elles constituent la base de l'Eocène et renferment des *Melania*, des *Megalomastoma* et des *Chara* appartenant, en grande majorité, à des formes tertiaires ; ces assises saumâtres et marines se continuent jusqu'aux calcaires à *Nummulites lævigata* qui marquent le début de l'Eocène moyen. L'Eocène inférieur se trouve donc être très nettement délimité, à sa base par les couches daniennes de Cosina, et à sa partie supérieure, par les assises lutétiennes à *Nummulites lævigata* qui forment dans les régions méditerranéennes un horizon constant, horizon qui se poursuit jusque dans le Bassin anglo-franco-belge.

Dans la région méditerranéenne, les assises inférieures de l'Eocène se sont déposées sous l'empire de conditions bien différentes de celles du Bassin de Paris. Dans les régions du Nord, en effet, la faune marine du Thanétien avec son *caractère arctique*, la faune sau-

Thanétien (1). Le Thanétien correspond à une période où les mers éocènes ont eu, dans le Bassin franco-belge, leur maximum d'abaissement de température; on y rencontre des Mollusques boréaux, comme des Cyprines du groupe de la *Cypr. Islandica* et des Astartes de la section de l'*Astarte borealis*.

Cet étage comprend le *Heersien* et le *Landénien marin* de Dumont. Dans le Bassin anglo-franco-belge, le Thanétien est en discordance transgressive sur le terrain crétacé ; ses principales divisions sont :

1° Grès et sables de Carvin (P.-de-C.) à *Cyprina Morrisi*, correspondant sensiblement au système Heersien de Dumont.

2° Tuffeau de La Fère (Aisne), sables de Bracheux (Oise) et sables de Thanet (Angleterrre) à *Cyprina scutellaria*, appartenant au Landénien inférieur de Dumont.

3° Sables de Jonchery (Aisne) à *Cyprina lunulata*.

4° Calcaires et marnes de Rilly à *Rillya Rillyensis*, *Megalomastoma Arnouldi* et calcaire de Sézanne à *Cyathea debilis*, *Alsophyla Pomeli*, *Vitis Sezannensis*.

Sparnacien (2). — Le Sparnacien (Landénien fluvio-lacustre de Dumont), désigné pour la première fois sous ce nom par M. G. Dollfus, comprend une succession d'assises saumâtres à *Melania inquinata*, *Cyrena cuneiformis* et Cérithes du groupe du *Potamides funatus;* cet étage, souvent désigné sous le nom de *Lignites, sables et argiles du Soissonnais*, débute dans l'Aisne par des dépôts saumâtres où les Mollusques marins sont très rares ; il se continue par des couches où les formes marines deviennent assez communes mais sont encore associées à de nombreuses espèces saumâtres, et se termine par des assises franchement marines. Les différents termes de cette série sont reliés entre eux par la présence des *Cyrena cuneiformis* et des *Potamides funatus*.

Le Sparnacien du Bassin de Paris peut se subdiviser de la façon suivante :

1° Lignites, sables et argiles inférieures du Soissonnais à *Melania inquinata*, *Potamides funatus*, *Cyrena cuneiformis*.

2° Assises de Sinceny (Aisne) renfermant, associées aux espèces saumâtres de de l'assise précédente, de nombreuses formes marines : *Pectunculus paucidentatus*, *Cythereu Lamberti*, *Fusus latus*, *Voluta angusta*, *Terebratula* sp.

3° Sables et tuffeau marin des environs de Mont-Notre-Dame (Aisne) avec nombreux Mollusques marins, Crustacés, Echinides et Spongiaires : *Voluta angusta*, *Voluta plicatella*, *Fusus longævus*, *Cassidaria* sp., *Nucula* sp., *Cythereu ambigua*, *Cyrena cuneiformis*, *Potamides funatus*, *Xantopsis Janneli*, *Linthia Janneli*.

Cette assise paraît correspondre au London-Clay.

(1) Renevier, 1867. Tableau III des terrains sédim. — De l'Ile de Thanet (Angleterre).

(2) Dollfus 1880. *Bull. Soc. Géol. Normandie*, T. VI, p. 588. — De Sparnacum (Epernay).

Dans l'Est du Bassin de Paris, il faut rapporter au Sparnacien supérieur les couches à *Teredina personata*, *Cyrena cuneiformis* et nombreux *Lophiodon*.

Yprésien (1). — L'Yprésien de Dumont, qui est le dernier terme de l'Eocène inférieur, se distingue très nettement des étages précédents par l'arrivée dans les mers éocènes du Bassin franco-belge des *Nummulites planulata*, *Alveolina oblonga*, *Turritella edita*, *Tur. hybrida*, *Nerita conoidea*, etc.

L'Yprésien du Bassin de Paris contient les principales assises suivantes, ayant toutes en commun la *Nummulites planulata* :

1° Sables d'Aizy (Aisne) à *Rostellaria Geoffroyi* et *Ostrea raritamella*.

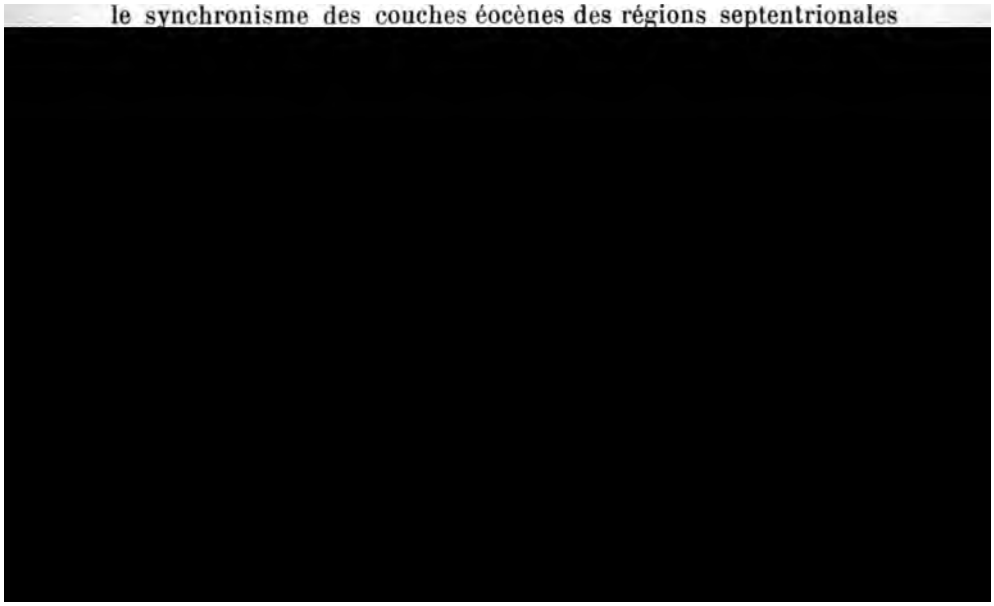
2° Sables de Pierrefonds (Oise) où dominent *Turritella edita*, *Cardita Suessoniensis* et *Nummulites planulata*.

3° Sables de Cuise-la-Motte (Oise) renfermant, associés à la faune marine yprésienne ordinaire, de nombreux Mollusques d'estuaires : *Lampania acuta*, *Lampania biseriale*, *Melanopsis ovularis*, *Cyrena Gravesi*

4° Sables marins d'Hérouval (Oise), caractérisés pas une faune intéressante de petits Mollusques : *Scutum pyramidale*, *Acroria Baylei*, *Tenagodus gracilis*, *Bayania Herouvalensis*.

II. — Eocène moyen.

L'Eocène moyen comprend les étages *Lutétien* et *Bartonien;* il correspond à une époque où les mers éocènes ont atteint dans le Nord leur maximum de température. Les courants venant du Midi, en pénétrant dans les mers septentrionales, ont amené la *Nummulites lævigata*, accompagnée de nombreuses formes provenant également des régions méridionales. A partir de ce moment, le synchronisme des couches éocènes des régions septentrionales



L'étage *Parisien* (1), créé par d'Orbigny, correspond à l'Eocène moyen et à l'Eocène supérieur des environs de Paris.

Lutétien (2). — Les assises que l'on désigne ordinairement sous le nom de *Calcaire grossier* des environs de Paris ont servi de type au Lutétien ; elles s'étendent sur des régions où la mer yprésienne n'a pas pénétré. Elles contiennent un certain nombre de formes nouvelles qui ne se rencontrent pas dans l'Eocène inférieur : *Turritella terebellata, Turritella imbricataria, Cerithium serratum, Potamides tricarinatus, Pot. lapidum, Pot. cristatus, Cardita acuticosta, Eupsammia trochiformis, Nummulites lævigata, Alveolina Bosci.*

Le Lutétien correspond au *Parisien* inférieur de d'Orbigny et en partie au *Bruxellien* de Dumont ; ses principales assises sont :

I. **Lutétien inférieur.**— 1° Sables de Chaumont-en-Vexin à ***Cardita acuticosta***. (Ce niveau est local).

2° Assises à ***Nummulites lævigata, Eupsammia trochiformis, Turritella carinifera***.

3° Assises du Soissonnais à ***Ditrupa strangulata***.

II. **Lutétien moyen.** — 4° Couches à ***Cerithium giganteum, Turritella carinata, Cardita imbricataria***.

5° Assises de la Ferme de l'Orme et calcaire à Miliolites ; c'est dans ces assises que l'***Orbitolites complanata*** atteint son maximum de développement.

III. **Lutétien supérieur.** — 6° Couches à ***Potamides lapidum, Pot. cristatus, Pot. cinctus, Cerithium Gravesii***.

7° Marnes blanches et calcaires à ***Potamides lapidum, Pot. cristatus***.

8° Assises à ***Potamides Hericarti, Faunus clavatus***, etc.

Faciès nummulitique. — Dans les régions méditerranéennes, le Lutétien inférieur est représenté par les couches à *Nummulites lævigata* d'Istrie et des environs d'Ajka (Hongrie), et par les couches à Alvéolines et à Flosculines de Monte Postale (Italie) et des environs de Trieste.

Le Lutétien moyen et le Lutétien supérieur ont pour équivalent les assises à *Nummulites perforata, Nummulites complanata* et *Assilina spira* de toutes les régions nummulitiques.

Bartonien (3). — Le Bartonien, dont le type a été pris en Angleterre dans les argiles de Barton, n'est presque qu'une subdivision du Lutétien, tellement sont étroites les relations paléontologiques qui existent entre ces deux étages ; il est impossible de ranger, comme on a tenté de le faire, le Lutétien dans l'Éocène moyen, et

(1) D'Orbigny, 1852. Cours élém. de Pal. et de Géol., T. 2, p. 739. De Parisis (Paris).
(2) De Lapparent, 1883. Traité de Géologie, 1re édition, p. 949. De Lutetia (Paris).
(3) Mayer, 1857. De Barton (Angleterre).

le Bartonien dans l'Éocène supérieur. Les espèces communes au Bartonien et au Lutétien sont très nombreuses ; nous citerons seulement *Lampania Bouei*, *Fusus ficulneus*, *Voluta labrella*, *Corbula Gallica*, *Cytherea lævigata*, *Cardita planicosta*, *Lucina gigantea*. Il faut cependant signaler un certain nombre de formes caractéristiques : *Turritella sulcifera*, *Fusus minax*, *Fusus scalaris*, *Fusus subcarinatus*, *Voluta stromboides*, *Voluta athleta*. La *Nummilites variolaria* se rencontre dans toutes les assises bartoniennes.

Le Bartonien marin présente, dans le Bassin de Paris, deux grandes subdivisions : la première correspond aux assises que l'on désigne habituellement sous le nom de *Sables de Beauchamp* ; la seconde comprend les *Sables de Mortefontaine*, le *Calcaire de St-Ouen* et les *Sables de Cresnes et de Marines* qui avaient été jusqu'à présent regardés comme appartenant à la division inférieure.

I. **Bartonien inférieur**. — 1° Zone de Mont-St-Martin (Aisne) alternant à sa base avec des marnes à *Potamides lapidum* et caractérisée par ***Fusus minax***, ***Fusus scalaris***, ***Turritella sulcifera***, ***Voluta digitalina***, ***Ampullina ponderosa***.

2° Zone du Guépelle, etc., où dominent ***Dentalium grande***, ***Lampania Bouei***, ***Turritella Heberti***, ***Cytherea lævigata***, ***Corbula Gallica***.

3° Zone d'Ermenonville avec prédominance des ***Potamides mixtus***, ***Cerithium mutabile***, etc.

4° Zone de Beauchamp (type des Sables de Beauchamp), avec nombreux ***Cerithium mutabile***, ***Cer. tuberculosum***, ***Lampania Bouei***, ***Cyrena deperdita***.

5° Zone d'Ezanville où les ***Potamides perditus***, ***Pot. scalaroides*** prennent leur maximum de développement.

6° Calcaire de Ducy à ***Lymnea arenularia***.

II. **Bartonien supérieur** — 7° Zone de Mortefontaine avec prédominance de ***Fusus subcarinatus***, ***Lampania pleurotomoides***, ***Cerithium Cordieri***, ***Cer. Roissii***, ***Cytherea cuneata***, ***Cardium impeditum***.

8° Calcaire saumâtre et lacustre de St-Ouen à ***Hydrobia pusilla***, ***Lymnæa longiscata***, *Planorbis goniobasis* et couches saumâtres ou marines correspondantes

III. — Eocène supérieur.

Les couches marines ou saumâtres qui constituent l'Eocène supérieur sont intermédiaires, par leur faune, entre l'Eocène proprement dit et l'Oligocène; elles renferment, en effet, aussi bien dans les Alpes que dans le Bassin anglo-franco-belge, des formes franchement éocènes, associées à des espèces nettement oligocènes. Cette association fait que la véritable position stratigraphique de ces assises est encore souvent méconnue, les mêmes couches étant placées dans le Lutétien, dans le Bartonien ou dans le Tongrien, suivant que les auteurs attachent une plus grande importance stratigraphique aux espèces éocènes, ou accordent une plus grande valeur aux formes tongriennes.

L'Eocène supérieur, où les *Palæotherium*, les *Paloplotherium* et les *Anoplotherium* ont joué un rôle très important, ne renferme encore qu'un seul étage auquel le nom de *Ligurien* ne peut plus convenir, depuis qu'on sait que les dépôts de la Ligurie, avec lesquels M. Mayer a fait son Ligurien, ne sont rien moins que l'équivalent de l'Eocène supérieur, une partie même pouvant appartenir au Trias.

Nous ne nous dissimulons pas que, dans l'état actuel de nos connaissances, les limites respectives de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène ne soient encore très difficiles à préciser. Dans le Bassin de Paris nous rapportons à l'Eocène supérieur, comme on le fait généralement, les couches à *Pholadomya Ludensis* et les trois masses principales de gypse. Nous désignerons cet ensemble d'assises sous le nom de *Ludien*, mais avec des restrictions provisoires relatives à la limite supérieure de cet étage.

Pour éviter toute discussion et toute confusion, nous chercherons dans les régions méditerranéennes un équivalent nummulitique de l'Eocène supérieur du Nord. Du nom de Priabona, dans les Colli Berrici, où les couches de l'Eocène supérieur prennent un beau développement, nous tirerons le nom de *Priabonien*.

Ludien (1). — Dans le Bassin de Paris, le type de cette division se trouve dans la montagne de Reims, notamment à Ludes (Marne), où s'observe un beau développement des couches à *Pholadomya Ludensis*. Aux environs immédiats de Paris : Montmartre, Argenteuil, Sannois, le Ludien comprendra les couches à *Pholadomya Ludensis* et les trois masses principales de gypse qui correspondent

(1) De Lapp. et M. Ch. 1893, in de Lapparent, *loc. cit.* p. 1219. De Ludes (Marne).

à l'époque où les bassins d'évaporation éocènes ont acquis dans nos régions leur maximum de fixité, *tout en faisant d'expresses réserves au sujet de la place que la limite supérieure de l'étage doit occuper dans la série gypseuse* ; ces dépôts, opérés par précipitation chimique, ne fournissent, pour l'appréciation de leur valeur chronologique, aucun criterium certain; les relations stratigraphiques des faunes marines correspondantes aux masses moyennes et supérieures du gypse sont encore très imparfaitement établies.

Les principales divisions du Ludien sont :

1° Marnes et calcaires marneux de Ludes caractérisés 1° par des espèces spéciales : *Pholadomya Ludensis*, *Turritella* aff. *communis*, *Voluta Fabri*, *Corbula aulacophora*; 2° par des formes bartoniennes : *Lampania pleurotomoides*, *Lamp.* aff. *concava*, *Potamides tricarinatus*, *Natica* aff. *Parisiensis*, *Cardium granulosum*, *Crassatella rostralis*, *Mytilus Rigaulti* ; 3° par quelques rares espèces tongriennes : *Psammobia stampinensis*, etc.

2° Masse inférieure du gypse avec formes lutétiennes et bartoniennes (d'après les travaux de M. Carez) : *Lucina inornata*, *Nucula capillacea*, *Cer. Roissyi*, *Planorbis spiruloides*, associées à des espèces tongriennes : *Corbula subpisum*, *Corbulomya Nysti*, *Hydrobia pygmæa*.

3° Masse moyenne du gypse avec *Potamides* sp. et *Palæotherium medium*.

4° Masse supérieure avec nombreux *Palæotherium crassum*, *Pal. medium*, *Paloplotherium minus*, *Anoplotherium commune*, *Xiphodon gracile*, *Adapis Parisiensis*, placée provisoirement, sous toutes réserves, dans le Ludien.

En Belgique, les sables de Vliermael à *Ostrea ventilabrum*, considérés comme oligocènes, paraissent par leur faune devoir se placer sur l'horizon le plus élevé de l'Eocène supérieur. Ils contiennent, en effet, d'après les travaux des géologues belges, des espèces spéciales: *Ostrea ventilabrum*, *Astarte Omaliusii*, *Ast. Bosqueti*; des formes franchement éocènes : *Cassidaria nodosa*, *Strombus canalis*, *Sigaretus canaliculatus*, *Fusus subscalarinus*, *Terebellum fusiforme*, *Bifrontia marginata*, associées à des espèces oligocènes : *Fusus elongatus*, *Triton Flandricum*, *Psammobia Stampinensis*, *Tellina*

Des faits que nous venons d'exposer, on peut conclure qu'il sera probablement nécessaire d'établir deux étages dans l'Eocène supérieur : à la base un étage **Ludien** dont les affinités paléontologiques sont avec l'Eocène, et à la partie supérieure le **Latdorfien**, qui est un terme de passage entre l'Eocène et l'Oligocène.

Equivalent méditerranéen. — **Priabonien** (1). — Dans les Colli Berrici, à Priabona (Italie), à Biarritz (Basses Pyrénées), aux Diablerets (Alpes Vaudoises), l'Eocène supérieur prend un développement important. Dans les régions méridionales comme dans les régions du Nord, il est caractérisé par des espèces spéciales associées à des formes éocènes et oligocènes. Le Priabonien des Colli Berrici présente la constitution suivante :

1° Assises de La Granella (Italie) à formes très voisines des *Cerithium plicatum*, *Cer. conjunctum*, *Cer. Diaboli*, *Bayania semidecussata*.

2° Groupe des couches à *Orbitoides* de Priabona, caractérisées par *Ostrea Brongniarti*, *Spondylus Cisalpinus*, *Leiopedina Tallavignesi*, *Echinanthus scutella*, *Schizaster lucidus*, *Metalia Lonigensis*, *Euspatangus ornatus*.

3° Marnes de Brendola passant à l'Oligocène et caractérisées par *Spondylus Cisalpinus*, *Ostrea Brongniarti*, *Clavulina Szaboi*, *Nummulites sub-Tournoueri*.

Dans un très grand nombre de points des régions préméditerranéennes, le Priabonien se retrouve avec son faciès à Orbitoïdes : en Italie, dans le Véronais, le Vicentin et les Colli-Berrici, — en Hongrie, dans les environs de Pesth et dans le Bakony. A Biarritz (Basses-Pyrénées), le Priabonien commence par les assises à *Nummulites Biarritzensis* et se termine par les couches à *Nummulites Garansensis*, espèce qui se retrouve dans l'Oligocène de Gaas.

Série oligocène.

Les différents termes de la *série oligocène* de M. Beyrich, telle que nous la comprenons, sont, en général, en transgression sur les dépôts éocènes. Au début de l'Oligocène, en effet, les plissements du Plateau Central ont amené la formation de dépressions qui ont permis à la mer oligocène du Bassin de Paris de communiquer avec les vallées de la Loire et de la Limagne ; la transgression oligocène est encore indiquée par l'envahissement des eaux marines dans une partie de la vallée du Rhin.

L'Oligocène comprend les deux étages *Tongrien* et *Aquitanien*. Le Tongrien, tel que nous le délimitons, correspond au système *Tongrien* que Dumont avait établi en 1839, mais dont nous retrancherons : 1° à la base, les sables glauconieux de Wemmel à *Nummu-*

(1) M. Ch. et de Lap. in de Lapp. Traité de Géologie, 3e édit., p. 1219. De Priabona.

lites Wemmelensis, les sables glauconieux d'Assche à *Operculina Heberti*, et les sables de Vliermael, que nous avons cru devoir rapporter à l'Eocène supérieur ; 2° à la partie supérieure les dépôts marins, saumâtres ou lacustres de l'*Aquitanien*.

Tongrien (1). — Le Tongrien se divisera en *Sannoisien* et *Stampien*.

Sannoisien (2). — Nous définirons le *Sannoisien* ou *Tongrien inférieur* en disant qu'il renferme les assises saumâtres et marines qui, dans le Bassin de Paris, débutent avec les marnes supragypseuses à *Sphæroma margarum*, *Nystia Duchasteli*, *N. plicata*, et se continuent par les couches à *Cyrena convexa*, les glaises vertes et les équivalents marins du calcaire de Brie à *Cytherea incrassata* et *Cerithium plicatum*. En un mot, le Sannoisien se trouve compris entre la dernière masse de gypse à *Palæotherium* et les premières assises stampiennes à *Ostrea longirostris* et *Ostrea cyathula*.

Le Sannoisien comprend, à Sannois et à la butte d'Orgemont, près Argenteuil, les assises suivantes :

1° Marnes supragypseuses à *Sphæroma margarum*, *Nystia plicata*, *Nystia Duchasteli*, *Lymnæa strigosa*, — persistance du *Xiphodon gracile*.

2° Marnes à *Cyrena convexa*, *Psammobia plana*, *Cerithium plicatum*, *Cerithium conjunctum*, *Nystia plicata* et *Striatella* sp.

3° Marnes vertes à *Cyrena convexa*, *Cerithium plicatum*. Cet horizon, un des plus constants, acquiert dans le Bassin de Paris une très grande extension géographique.

4° Série marine de Sannois ou d'Orgemont se répartissant de la manière suivante : — A. Gypse ; — B. Marnes à *Cytherea incrassata*, *Cerithium plicatum*, *Cardium*, sp., *Lucina*, sp., etc. : — C. Marnes à *Cerithium plicatum*, *Natica crassatina*, cette dernière zone étant surmontée par les assises stampiennes à Ostrea longirostris.

Le *Calcaire de Brie* et les *Meulières de La Ferté-sous-Jouarre*, qui ont servi de type à l'étage *Jovarien* de M. Dollfus, sont un équivalent lacustre de la série marine de Sannois et d'Orgemont.

les assises d'Ormoy qui supportent les premiers dépôts aquitaniens (Calcaire de Beauce). Le Stampien correspond aux couches que l'on désigne ordinairement sous le nom de *Sables de Fontainebleau*.

Les principales assises stampiennes prises aux environs d'Etampes sont :

1° — A. Couches de Jeurre à *Ostrea cyathula*, *Pectunculus angulicostatus*, *Natica crassatina*, *Cerithium plicatum*, *C. conjunctum*, *C. trochleare*, représentées près de Paris par les marnes à *Ostrea longirostris* et *Ost. cyathula*. — B. Couches de Morigny où dominent *Lucina Heberti*, *Cytherea splendens*, *Pectunculus obovatus*, *Cerithium trochleare*.

2° Série de Pierrefitte, à *Cardita Bazini*, *Potamides Brongniarti*, *Cerithium plicatum*, *C. trochleare*, avec formes des régions méridionales, *Venus Laurœ*, *Cerithium Charpentieri*.

3° Assises d'Ormoy à *Lucina Heberti*, *Cardita Bazini*, *Murex conspicuus*, *Cerithium plicatum*, *Potamides Lamarcki*, *Hydrobia Dubuissoni*.

Faciès méditerranéen. — Au Stampien correspondent, dans les régions méridionales, les calcaires à nombreux Polypiers de Castel Gomberto (Vicentin), où la faune stampienne du Bassin de Paris se montre en compagnie de *Natica angustata*, espèce propre à la faune méridionale.

Aquitanien (1). — Avec l'Aquitanien se terminent les dépôts tertiaires éogènes ; c'est à cette époque que les mers oligocènes ont atteint leur maximum de régression. Sur beaucoup de points de l'Europe, les dépôts aquitaniens sont représentés par des formations lacustres ou saumâtres ; les dépôts marins sont beaucoup moins étendus ; ils sont cependant bien représentés en Aquitaine, sur les bords de la Gironde — en Provence, sur les côtes de la Méditerranée — en Italie, dans le Vicentin et plusieurs autres points des Alpes.

En Aquitaine, les assises tongriennes se relient insensiblement par leur faune aux couches aquitaniennes ; ces dernières à leur tour passent au Burdigalien (Miocène). L'Aquitanien doit être considéré comme un terme de passage entre les formations éogènes et les dépôts néogènes ; cependant, ses affinités paléontologiques sont plus étroites avec le Tongrien qu'avec le Burdigalien, à l'exception toutefois des couches terminales. Le type de cet étage peut être pris dans le Bazadais ou sur la rive droite de la Gironde, où les dépôts marins alternent avec des formations saumâtres ou lacustres ; ses principales divisions sont :

1° Assises saumâtres, marines ou lacustres à *Cyrena Brongniarti*, *Circe Deshayesi*, *Cerithium Girondicum*, *Cer. plicatum*. — (Calcaire blanc de l'Agenais).

2° Assises marines à *Ostrea producta*, *O. Aginensis*, *Turritella Desmaresti*, *Cerithium plicatum*, *Proto Basteroti*. — (Calcaire blanc de l'Agenais).

(1) Mayer. 1857. De Aquitania (Aquitaine).

3° Assises saumâtres et marines à *Ostrea producta*, *Potam. Lamarcki*, *Cer. plicatum*, *Scutella Bonali*, *Amphiope ovalifera*. = (Calcaire gris de l'Agenais).

Les calcaires lacustres de ces trois horizons renferment des Mollusques d'eau douce attribués aux espèces suivantes : *Planorbis solidus*, *Pl. declivis* et *Lymnea pachygaster*.

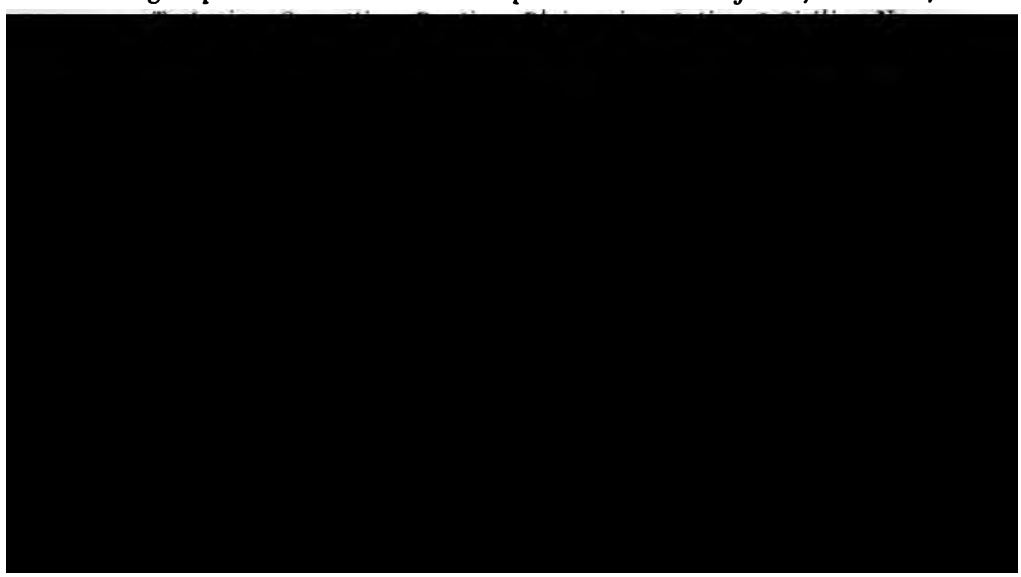
Faciès méditerranéen. — L'Aquitanien des Alpes vénitennes renferme des espèces stampiennes, : *Cerithium trochleare*, *Cer. plicatum*, *Cytherea incrassata*, et la plus grande espèce d'*Orthophragmina* connue (*Orth. elephantina*).

Système néogène.

En général les premiers dépôts néogènes sont en transgression sur les formations éogènes. Ils correspondent à une période pendant laquelle de nombreuses modifications orogéniques se sont fait sentir. Leur faune présente aussi des caractères bien tranchés : absence presque absolue de *Nummulites*, d'*Assilines*, de *Flosculines*, d'*Orthophragmina*, etc., mais, par contre, développement remarquable, dans les régions méridionales, d'Echinides hétérognates : *Clypeaster*, *Scutella*, *Amphiope*, etc.

Les différentes divisions néogènes seront réparties, comme on le fait généralement, dans deux grandes séries : série *miocène* et série *pliocène* ; la coupure qui les séparera sera placée au-dessus du Pontien. De cette manière, le début du Pliocène, tel qu'il a été défini par Lyell, coïncidera très probablement avec l'ouverture du détroit de Gibraltar, qui a permis à la faune océanique de prendre possession de la Méditerranée et de remplacer la faune pontique.

Les étages du système néogène qui constituent les deux grands groupes dont nous venons de parler sont : *Burdigalien*, *Helvétien*,



régressivité, et caractérisée par l'introduction d'une faune océanique dans les mers tortoniennes et sarmatiques ; 3° enfin une division supérieure coïncidant avec l'arrivée de la faune pontique dans les mers orientales.

Miocène inférieur

Burdigalien (1). — Le nom de *Burdigalien*, proposé par M. Depéret pour désigner une partie des faluns du Bordelais, nous a paru devoir être substitué au nom de Langhien (2). En effet, les couches des collines des Langhe (Ligurie) type de l'étage Langhien de Pareto, sont à peu près dépourvues de fossiles, et les limites stratigraphiques ou paléontologiques de cet étage sont encore à définir; il est probable que la base du Langhien appartient à l'Aquitanien.

Dans le Bordelais, où le Burdigalien est bien développé, il existe des couches de passage entre cet étage et l'Aquitanien. Les principales divisions burdigaliennes sont :

1° Couches inférieures de Léognan à dents de Poissons, *Notidamus*, *Lamna*, *Carcharias megalodon*, *Miliobates*. — *Fusus Burdigalensis*, *Pyrula* (*Ficula*) *condita*, *Pyrula* (*Tudicula*) *rusticula*, *Proto cathedralis*, *Voluta rarispina*, *Ancillaria glandiformis*, *Cassis saburon*, etc.

2° Assises supérieures de Léognan contenant *Ficula condita*, *Tudicula rusticula*, *Proto cathedralis*, *Cardium Girondicum*, *Buccinum veneris*, *Venus cassinoides*, etc.

3° Assises de Saucats renfermant *Terebra Basteroti*, *Buccinum baccatum*, *Grateloupia irregularis*, *Gr. triangularis*, *Lucina columbella*, etc.

Dans la vallée inférieure du Rhône, le Burdigalien comprend, d'après M. Depéret, les divisions suivantes :

1° Assises à *Scutella Paulensis*, *Cidaris Arenionensis*, *Pecten Davidi*, *P. Justianus*, *P. pavonaceus*.

2° Couches de Saint-Paul-Trois-Châteaux à *Pecten præscabriusculus*, *Pecten subbenedictus*, *Pecten Restitutensis*, *Echinolampas hemisphæricus*.

3° Série de couches sableuses renfermant : — A. *Ostrea crassissima*, *Ostrea Gingensis*, etc.; — B. *Pecten diprosopus*, *Pecten Suzensis*, *Pecten Camaratensis*, *Pecten amœbeus* ; — C. *Pecten Fuchsi*, *Pecten Celestini*, *Amphiope perspicillata*.

Dans les régions méditerranéennes, le maximum de développement des *Scutelles* et des *Clypeaster* correspond au Burdigalien.

Helvétien (3). — L'Helvétien coïncide avec le plus grand mouvement de transgression des mers tertiaires de l'Europe et de l'Afrique septentrionale. Ce mouvement a déterminé le maximum de submersion de la Suisse où M. Mayer a pris le type de son Helvétien. Les couches de Saint Gall (Suisse) à *Cardita Jouanneti* doivent être

(1) Depéret, 1892. *Compt. Rendus*, *B. S. G. F.*, p. CLV. De Burdigala (Bordeaux).
(2) Pareto, 1865. *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXII, p. 229.
(3) Mayer. De Helvetia (Suisse).

considérées comme le meilleur représentant de cette division. Les couches de Salles (Gironde), de Grund (Autriche), caractérisées par la forme typique de *Cardita Jouanneti* sont également placées par M. Mayer à la base de son Helvétien.

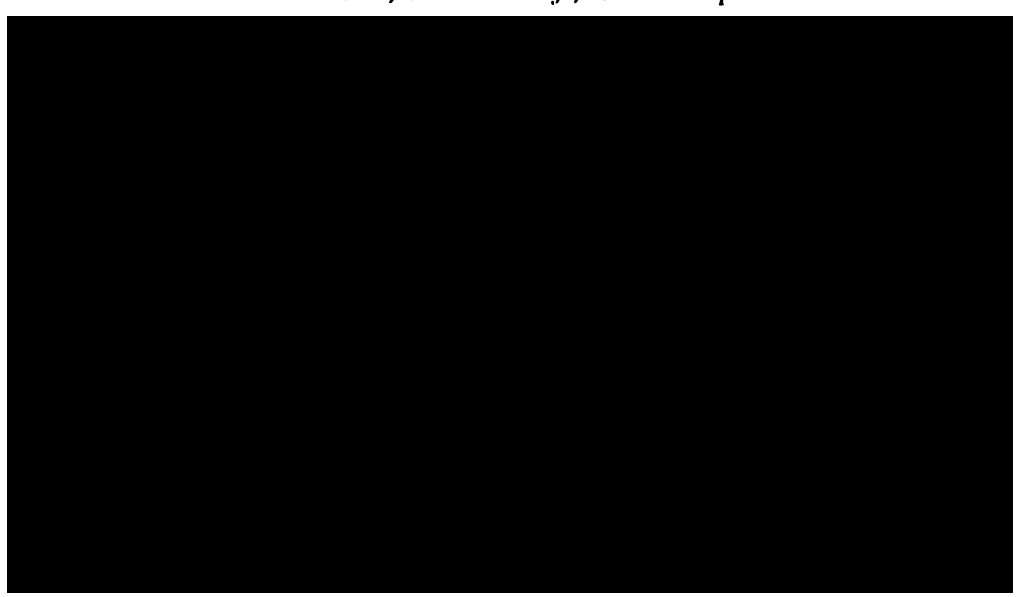
En Touraine, les faluns de Pontlevoy doivent être considérés comme appartenant au même horizon.

Miocène moyen

Tortonien (1). — Le Tortonien, qui succède à l'Helvétien, se présente sous deux faciès bien différents : le premier faciès, sur lequel l'étage a été basé, correspond aux marnes à *Pleurotomes* de Tortone avec une faune ayant les analogies les plus étroites avec la faune pliocène du Plaisancien ; le second est caractérisé par une faune à faciès helvétien que l'on retrouve sur les bords de la Leitha, près de Vienne, et dans les environs de Pesth, à Bya, etc.

Pour expliquer ce fait, on peut admettre que des courants plus froids, venant de l'Océan et entrant dans la Méditerranée par le détroit Nord-Bétique, suivaient les parties les plus profondes de la dépression préméditerranéenne et amenaient, dans les points où la température était abaissée, une faune océanique précurseur de la faune pliocène. Cette faune, à faciès relativement froid, peut s'observer aux environs de Tortone où elle est caractérisée par *Trochocyathus multispinosus*, *Ancyllaria glandiformis*, *Cardita lævi-plana*, et surtout par de nombreux *Pleurotomes*.

La faune de Bya (Hongrie) à faciès helvétien, est caractérisée par *Scutella Vidobonensis*, *Pecten Besseri*, *P. aduncus*, *Panopæa Menardi*, *Cardium Turonicum*, *Ostrea Boblayi*, *Cerithium pictum*.



mées presque exclusivement de Cérites, *Cerithium pictum*, *Cer. rubiginosum*, *Cer. disjunctum*, *Cer. spissa*, *Cer. nodosoplicatum*, etc.

Le Sarmatien est surtout caractérisé par des Mollusques particuliers qui, s'ils n'apparaissent pas à cette époque pour la première fois dans les mers d'Europe, y acquièrent au moins leur maximum de développement ; tels sont : *Mactra Podolica*, *Tapes gregarea*, *Ervilia Podolica*, *Trochus Podolicus*, *Donax lucidus*.

En Crimée et en Bessarabie, il existe, entre le Sarmatien proprement dit et le Pontien, des dépôts intermédiaires dont M. Andrussow a fait son étage *méotique* (1). Le calcaire de Kertsch (Crimée), qui appartient à cet horizon, présente d'après M. Andrussow les trois subdivisions suivantes :

1° Marnes à *Modiola Volhynica*, *Dorinia exoleta* ;
2° Calcaire à *Dreyssensia* (*Congeria*) *sub-Basteroti*, *Cardium obsoletum* ;
3° Calcaire à *Dreyssensia Novorassica*.

Faune terrestre (Mammifères). — Faune du Bassin de Vienne, d'après M. Depéret : *Mastodon angustidens*, *Dinotherium giganteum*, *Anchitherium Aurelianense*, *Listriodon splendens*, *Dicrocerus furcatus*.

Miocène supérieur

Pontien (2). — La mer pontique, après avoir occupé l'emplacement de la mer sarmatique, s'avance d'Orient en Occident, et s'étend successivement sur une grande partie des Apennins, sur les côtes de Corse, pénètre dans la vallée inférieure du Rhône et va toucher les côtes d'Espagne, près de Barcelone. Cette grande mer orientale, qui se trouvait en dehors de toute communication avec les eaux de l'Océan, possédait une faune indiquant des eaux d'une très faible salure ; des genres particuliers de *Cardium*, dont quelques-uns vivent aujourd'hui exclusivement dans la mer Caspienne, caractérisent les dépôts pontiques : *Prosodacna*, *Myocardia*, *Lymnocardium*, *Phyllocardium*, *Monodacna*, *Didacna*, *Arcicardium* ; il faut aussi signaler le grand développement des *Congeria* (*Dreyssensia*) et la présence des genres *Dreyssensomya* et *Valenciennesia*.

Les couches à Congéries des Apennins, de Corse, de la vallée du Rhône et de Barcelone appartiennent à la partie supérieure du Pontien.

Facies à faune boréale. ANVERSIEN. — Dans le Nord de l'Europe, les dépôts du crag noir d'Anvers à *Panopæa Menardi*, dont MM. van

(1) Andrussow, 1890. *Mém. Soc. Imp. Min.*, vol. XXVI. De Μυεοτις (Merd'Azow).
(2) Barbot de Marny, 1869. *loc. cit.* De la région du Pont (Russie méridionale.)

Ertborn et Cogels ont fait leur système Anversien, paraissent être synchroniques de l'époque pontique ; ils sont surtout caractérisés par une faune froide, en partie boréale : *Cyprina Islandica, Pygocardia tumida, Isocardia sulcata, Astarte mutabilis, Astarte parva.*

Faune terrestre (Mammifères). — Faune du Mont Luberon (Vaucluse), d'après M. Gaudry :

Machairodus cultridens, Ictitherium hipparionum, Dinotherium giganteum, Rhinoceros Schleiermacheri, Hipparion gracile, Helladotherium Duvernoyi, Palæoreas Lindermayeri.

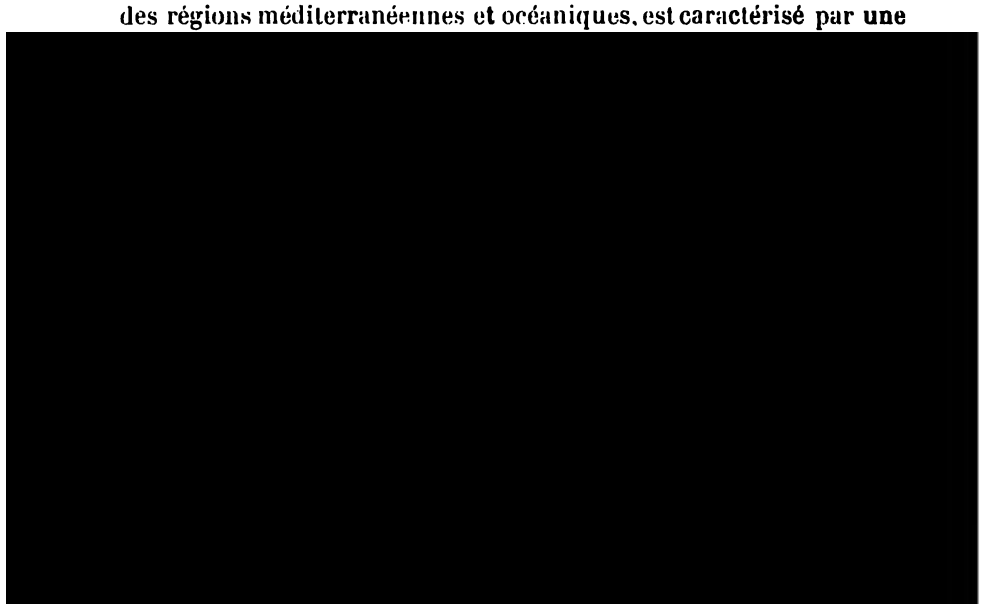
La faune de Pikermi, décrite par M. Gaudry, renferme avec ces mêmes espèces le *Mesopithecus Pentelici* et le *Mastodon longirostris* qui est assez répandu dans les dépôts continentaux pontiques.

Série pliocène.

Nous faisons commencer la série pliocène avec le Plaisancien, époque pendant laquelle des plissements et des effondrements ont déterminé, entre l'Europe et l'Afrique, la configuration d'une nouvelle mer très profonde en communication avec l'Océan. Les dépôts pliocènes recouvrent en grande partie les Apennins ; mais ils s'écartent en général relativement peu des bords de la Méditerranée occidentale ; de même, dans la région océanique, la mer pliocène occupe sensiblement le même emplacement que la mer actuelle.

Les dépôts pliocènes en Europe se présentent sous quatre facies principaux, indiquant des modifications profondes dans les milieux où ils se sont formés.

1° *Facies océanique.*— Ce facies, qui correspond au Pliocène typique des régions méditerranéennes et océaniques, est caractérisé par une



les couches pleistocènes qui continuent la régression, seront caractérisés par une faune de plus en plus résiduelle, dérivant directement de la faune pontienne et en conservant les caractères essentiels (développement des *Congeria*, *Adacna*, *Didacna*).

4° *Facies oriental lacustre*. — *Levantin*. — Enfin, en Roumanie, en Bulgarie, en Dalmatie, en Croatie, en Slavonie, sur plusieurs points du Levant et même jusqu'en Grèce, apparaissent de grands lacs à dessalure progressive dont la faune indique l'envahissement rapide des eaux douces. Dans ces lacs, les *Paludines* ornées de la section des *Tylotoma* et les *Unios* aux formes indo-américaines vont prendre un développement exceptionnel. En Slavonie, les couches pontiennes à *Cardium Slavonicum* et *Congeria spatulata* supportent une série de couches d'eau douce caractérisées chacune par des *Paludines* spéciales (*Tylotoma*) montrant l'évolution rapide des espèces décrites par Neumayr : 1° *Paludina Neumayri*, *Pal. Suessi* ; 2° *Pal. bifarcinata* ; 3° *Pal. strieturata* ; 4° *Pal. Nota* ; 5° *Pal. Stari* ; 6° *Pal. Hornesi* ; 7° *Pal. Zelebori* ; 8° *Pal. Vukotinovici*.

MM. Delafond et Depéret ont retrouvé, dans les dépôts pliocènes de la Bresse, une partie de ces zones à Paludines.

On rapporte en général les assises à *Tylotoma* à l'étage *Levantin* (1) créé par Hochstetter; mais en réalité on a modifié l'acception première du nom, qui s'appliquait à des couches un peu plus anciennes.

Plaisancien (*2*). — En éliminant du Plaisancien primitif de M. Mayer la partie supérieure qui correspond à l'Astien de M. de Rouville, les argiles marines de Plaisance (marnes subapennines) deviennent le représentant du Plaisancien tel qu'il est aujourd'hui compris par la majorité des géologues.

Les couches plaisanciennes recouvrent une grande partie de l'Apennin et s'étendent sur le pourtour de la Méditerranée occidentale où elles recouvrent, dans les régions nord de la mer Tyrrhénienne, les dépôts pontiques à *Congeria simplex*. Les assises plaisanciennes sont surtout représentées, dans les régions méditerranéennes, par des argiles bleues renfermant de nombreux Polypiers : *Ceratotrochus*, *Trochocyathus*, *Flabellum*, associés à *Pyrula undata*, *Dentalium sexangulare*, *Turritella tornata*, *Xenophora prisca*, *Murex truncatus*, *Strombus coronatus*, *Clypeaster Beaumonti*, *Clyp. laganoides*.

Faune terrestre (Mammifères). — Les sables marins de Montpellier, qui appartiennent au Plaisancien, renferment :

Hipparium crassum, *Mastodon Arvernensis*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Paleoryx Cordieri*, *Cervus australis*, *Hyenarctos insignis*.

(1) Hochstetter, 1870. *Jahrb. der K. K. Geol. Reichs*. Vol. 20, p. 376. — Du Levant.
(2) K. Mayer, 1857. Versuch einer neuer Classification der Tertiar. Gebilde (*Verh. d. Schweiz. Naturforsch. Appenzel*). — De Plaisance (Placentia) Italie.

Astien (1). — Le second étage pliocène, créé par M. de Rouville pour les sables d'Asti, est surtout représenté, dans les régions méditerranéennes, par un faciès sableux superposé aux argiles bleues du Plaisancien. On y rencontre : *Pecten latissimus*, *Clavagella bacillum*, *Cardium pectinatum*, *Card. hirsutum*, *Nucula placentina*, *Tellina lacunosa*, *Nassa murica*, *Strombus coronatus*.

A Monte Mario et sur d'autres points, la partie supérieure de l'Astien supporte en parfaite concordance des couches de passage entre l'Astien proprement dit et le Sicilien, qui contiennent déjà *Cyprina Islandica* associée à *Clavagella bacillum*, *Cardium hirsutum*, *Nassa murica*, etc.

Faune terrestre (Mammifères). — La partie supérieure des sables d'Asti, dont M. Sacco a fait son étage *Fossanien* (2), renferme une faune de Mammifères très voisine, sinon identique, à celle du Sicilien inférieur : *Mastodon Arvernensis*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros Etruscus*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, etc.

Sicilien (3). — La mer pliocène, à cette époque, acquiert son maximum de régression et sa configuration générale correspond alors, à peu de chose près, à celle de la Méditerranée actuelle ; il résulte de cette disposition que le Sicilien est représenté, sur un grand nombre de points, par des dépôts fluvio-lacustres surmontant l'Astien.

Les couches terminales de Monte-Mario à *Cyprina Islandica* peuvent servir de trait d'union entre l'Astien et le Sicilien.

Les formes boréales déjà indiquées à la fin de l'époque astienne prennent, au commencement de l'époque sicilienne, un développement remarquable. Les couches inférieures du Sicilien contiennent à Me Pellegrino et à Ficarazzi (Sicile) les espèces boréales suivantes : *Tellina calcaria*, *Mya undevallensis*, *Panopœa Norvegica*, *Pecten Islandicus*, *Trichotropis borealis*, *Buccinum Groenlandicum* [illegible]

TABLEAU N° 1

Tableau des Divisions du groupe primaire ou paléozoïque

SYSTEMES	ÉTAGES	
	Facies pélagique	Facies littoral ou lagunaire
PERMIEN	Thuringien	
	Penjabien	Saxonien
	Artinskien	Autunien
CARBONIFÉRIEN	Ouralien	Stéphanien
	Moscovien	Westphalien
	Dinantien	Facies culm
DÉVONIEN	Famennien	
	Frasnien	
	Givétien	
	Eifélien	
	Coblentzien	
	Gédinnien	
SILURIEN	Gothlandien	
	Ordovicien	
	Cambrien : Potsdamien	
	Cambrien : Acadien	
	Cambrien : Géorgien	
PRÉCAMBRIEN		
ARCHÉEN		

TABLEAU N° 2

Tableau des divisions du groupe secondaire ou mésozoïque

SYSTÈMES	SÉRIES	ETAGES		SOUS-ÉTAGES
		Fac. pél.	Fac. lag.	
Crétacé ou Crétacique	Supérieure	Danien	Garumnien	Montien
				Danien pr. dit.
		Sénonien : Aturien		Dordonien
				Campanien
		Sénonien : Emscherien		Santonien
				Coniacien
		Turonien		
		Cénomanien		
	Inférieure	Albien		
		Aptien		
		Barrémien		
		Néocomien		Hauterivien
				Valanginien
Jurassique	Supérieure	Portlandien		Aquilonien-Purbeckien
				Bononien
		Kimeridgien		
		Séquanien Rauracien		
		Oxfordien		
		Callovien		
	Moyenne	Bathonien		
		Bajocien		
	Inférieure ou liasique : Lias	Toarcien		
		Charmouthien		
		Sinémurien		
	Inférieure ou liasique : Infralias	Hettangien		
		Rhétien		
Triasique		Juvavien		
		Tyrolien		Carnien
				Norien
		Virglorien		
		Werfénien	Vosgien	

TABLEAU N° 3

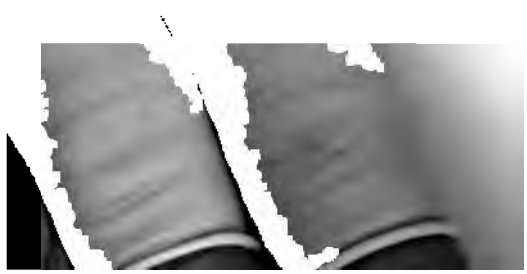
Tableau des divisions du groupe tertiaire ou néozoïque

SYSTÈMES	SÉRIES	ÉTAGES
Néogène	Pliocène	Sicilien
		Astien
		Plaisancien
	Miocène	Pontien
		Sarmatien
		Tortonien
		Helvétien
		Burdigalien
Eogène	Oligocène	Aquitanien
		Tongrien : Stampien, Sannoisien
	Eocène	Ludien-Priabonien
		Bartonien
		Lutétien
		Yprésien
		Sparnacien
		Thanétien

TABLEAU N° 3

Tableau des divisions du groupe tertiaire ou néozoïque

SYSTÈMES	SÉRIES	ÉTAGES
Néogène	Pliocène	Sicilien
		Astien
		Plaisancien
	Miocène	Pontien
		Sarmatien
		Tortonien
		Helvétien
		Burdigalien
Éogène	Oligocène	Aquitanien
		Tongrien : Stampien, Sannoisien
	Eocène	Ludien-Priabonien
		Bartonien
		Lutétien
		Ypréslen
		Sparnacien
		Thanétien



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DANS

LE VELAY ET LA LOZÈRE

du Jeudi 14 Septembre au Dimanche 24 Septembre 1893.

Les membres de la Société qui ont pris part à la réunion sont :

MM. Adan de Yarza.
Bertrand (Marcel).
Bertrand (Léon).
Boule.
Bourgery.
Carrière.
Cayeux.
Chaignon (de).
Chibret.
Delebecque.
Depéret.
Dreyfus.
Durand.
Fabre.
Ficher.
Flournoy.
Gosselet.
Gillet-Paris.
Gouverneur.
Haug.
MM. Hovelacque.
Jackson.
Kilian.
Léenhardt.
Margerie (de).
Michel-Lévy.
Mouret.
Pellat.
Raveneau.
Reymond.
Riche.
Tabuteau.
Tardy.
Termier.
Thiéry.
Vernière.
Vidal de Lablache.
Voisin.
Watteville.

Un certain nombre de personnes étrangères à la Société ont suivi une ou plusieurs excursions. Ce sont :

MM. Bernard.
Boudon.
Bonhomme.
Boulay (abbé).
Boyer.
Delcros.
Faure.
Girollet.
Gueyffier.
Guibert.
Hedde.
MM. Jouve.
Michel.
Michel-Lévy (A).
Michel-Lévy (H).
Nassel.
Offret.
Pagès (abbé).
Pons.
Terra.
Vassel.
Queney.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS GÉOLOGIQUES

RELATIVES AUX RÉGIONS VISITÉES

1° VELAY (1)

1778. Faujas de Saint-Fond. — Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay, avec un discours sur les volcans brûlants, les mémoires analytiques sur les schorls, etc. Grenoble et Paris, 1778, in-f°.

1780. Soulavie (L'abbé Giraud). — Histoire naturelle de la France méridionale, Paris, 1780-1784, 7 vol. in-8. Une partie de cet ouvrage a été imprimée à part, en 1781, sous le titre : *Chronologie physique des éruptions des volcans éteints de la France méridionale*.

1796. Dolomieu. — Rapport fait à l'Institut national par le citoyen Dolomieu, ingénieur des mines, sur ses voyages de l'an V et de l'an VI. (*Journal des Mines*, n°s 41 et 42, pluviôse et ventôse, an IV).

1811. Vital-Bertrand. — Essai sur l'histoire naturelle et l'agriculture de l'arrondissement du Puy, in-8 de 174 pages.

1823. Bertrand-Roux. — Description géognostique des environs du Puy-en-Velay et particulièrement du bassin au milieu duquel cette ville est située. In-8 de 240 p. avec une carte coloriée et 2 planches.

1824. Deribier (de Cheissac). — Statistique du département de la Haute-Loire, in-8 de 527 pages.

1825 Poulett Scrope. — Considerations on Volcanoes, 1 vol. in-8.

1828. Bertrand de Doue. — Mémoire sur les ossements fossiles de Saint-Privat et sur le terrain basaltique où ils ont été découverts. (*An. de la Société d'agric. du Puy*, 1828, p. 194, avec 3 pl.).

1829. Robert (Félix). — Mémoire sur les ossements fossiles des environs de Cussac, commune de Polignac (Haute-Loire). *Id.*, p. 68, avec 4 planches.

1830. Dufrénoy. — Sur la relation des terrains tertiaires et des terrains volcaniques de l'Auvergne. (*Ann. des Mines*, t. VII, avec 2 pl.).

1833. Amédée Burat. — Description des terrains volcaniques de la France

1845. Aymard. — Note sur une découverte de fossiles humains provenant de la montagne volcanique de Denise (Haute-Loire). (*B. S. G. F.*, 2e série, t. II, p. 107).

1848. Aymard. — Des fossiles humains trouvés sur la montagne volcanique de Denise, près le Puy, des ossements de mammifères signalés dans divers dépôts de la Haute-Loire et de l'époque probable de leur enfouissement. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. V).

1853. Aymard. — Aperçu descriptif sur le gisement de Sainzelle et détermination des espèces fossiles qu'il renferme. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XVIII p. 51).

1854. Pomel. — Catalogue des Vertébrés fossiles découverts dans les bassins de la Loire supérieure et de l'Allier. Broch. in-8 de 193 p.

1854. Dorlhac et Aymard. — Notice géologique sur le cratère du Coupet et sur son gisement de gemmes et d'ossements fossiles. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XIX, p. 397, avec 1 planche).

1856. Aymard. — La paléontologie de la Haute-Loire offre-t-elle, pour certaines époques, des caractères qui la particularisent ? (*Congrès scient. de France*, 22e session, p. 261).

1856. Bertrand de Lom. — Communication sur le gisement de gemmes du Coupet. (*Id.* p. 335).

1856. Aymard, Croizet, Pichot, Robert, etc. — Discussion sur l'homme fossile de Denise. (*Id.*, p. 277-313).

1856. Aymard. — Sur les gypses du bassin du Puy. (*Id.*, p. 244).

1864. Poulett Scrope. — Les Volcans. 1 vol. in-8. L'édition anglaise, parue en 1862, est la 2e édition du travail paru en 1825 sous le titre : *Considerations on Volcanoes*.

1865. Pascal (L.) — Etude géologique du Velay, 1 vol. in-8, 420 p. et 1 carte.

1865. D'Archiac. — Leçons sur la faune quaternaire professées au Muséum d'histoire naturelle, 1 vol. in-8.

1866. Poulett-Scrope. — Géologie et volcans éteints du centre de la France (trad. Vimont), 1 vol. in-8 avec pl.

1867. Vinay (H.). — Découverte de coquilles marines fossiles dans un gisement de sable et galets à l'Herm, près Le Monastier (Haute-Loire). (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XXVIII, p. 341).

1869. Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France au Puy. — Notes d'Aymard, Tournouër, Lecocq, Lory, Grüner, Delanoue, et de MM. Albert Gaudry, de Saporta, Marion, Louis Lartet, etc. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).

1870. Tournaire. — Note sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre. (*Id.*, p. 1106).

1872. Marion (A.F.). — Description des plantes fossiles des calcaires marneux de Ronzon (Haute-Loire). (*Ann. des Sciences naturelles*, 5e série, t. XIV).

1873. Saporta (de). — Sur les caractères propres à la végétation pliocène. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. I).

1874. Emmons (A.-B). — On Some phonolite from Velay and the Westerwald. Thèse in-8, Leipzig.

1878. Saporta (de). — Essai descriptif sur les plantes fossiles des arkoses de Brives près le Puy-en-Velay. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XXXIII).

1882. Tournaire. — Carte géologique du département de la Haute-Loire au 1/80.000e. 4 feuilles et une pl. de coupes.

1882. Filhol (H.). — Étude des mammifères fossiles de Ronzon (Haute-Loire). (*Biblioth. de l'Ecole des Hautes-Etudes, section des Sciences naturelles*, vol. XXIV).

1882. Fouqué. — Carte géolog. détaillée de la France au 1/80.000e. Feuille de Brioude.

1882. Torcapel. — Le plateau des Coirons (Ardèche) et ses alluvions sous-basaltiques. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. X, p. 406).

1886. Julien (A). — Brèches volcaniques et moraines dans la France centrale. (*Annuaire du Club alpin français*, 1886).

1887. Boulay (L'abbé). — Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas (Ardèche). (*Bull. de la Soc. botan. de France*, t. XXXIV, p. 227).

1887. Termier. — Sur les éruptions de la région du Mézenc, vers les confins de la Haute-Loire et de l'Ardèche. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, 5 décembre 1887).

1888. Aymard. — Le Préhistorique dans la Haute-Loire. (*Mém. Soc. agric. et scientif. de la Haute-Loire*, t. V, p. 147).

1889. Boule (M.). — Constitution géologique des environs du Puy. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XVII, p. 270).

1889. Boule (M.). — Les prédécesseurs de nos Canidés. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, 28 janvier 1889).

1889. Boule (M.). — Succession des éruptions volcaniques du Velay. (*Comptes rendus sommaires des séances de la Soc. géolog.*, 2 décembre 1889, n° 3).

1890. Termier. — Sur les séries d'éruptions du Mézenc et du Mégal et sur l'existence de l'œgyrine dans les phonolites du Velay. (*Comptes rendus Acad. des Sc.*, 31 mars 1890).

1890. Lacroix (A.). — Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne. (*Bull. des services de la carte géologique*, n° 11).

1890. Boule (M.). — Communication à la réunion des Sociétés savantes sur l'âge du creusement de la haute vallée de la Loire. (*Journal officiel*, 30 mai 1890).

1890. Lacroix (A.). — Sur l'existence d'une roche à diaspore dans la Haute-Loire. (*Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XIII).

1890. Lacroix (A). — Sur l'origine du zircon et du corindon de la Haute-Loire. *Idem*.

1891. Boule (M.). — Sur la limite entre le Pliocène et le Quaternaire. (*Idem*, p. 145).

1891. Boule (M.). — Note sur l'âge des basaltes du Velay. (*Idem*, p. 947).

1892. Boule (M.). — Les gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XIX, p. 966).

1892. Boule (M.). — Description géologique du Velay, 1 vol. de 260 pages avec 70 figures et 11 planches. (*Bull. du Service de la Carte géol. détaillée de la France*, n° 28).

1892. Boule (M.). — Découverte d'un squelette complet d'*Elephas meridionalis* à Senèze (Haute-Loire). (*Comptes rendus Acad. des Sciences*).

1893. Boule (M.). Description de l'*Hyæna brevirostris* du Pliocène de Sainzelles, près le Puy (Haute-Loire). (*Annales des Sc. natur. Zoologie*, t. XV).

1893. Termier (P.). et Boule (M.). — Carte géologique détaillée de la France au 1/80.000. Feuille du Puy.

1893. Lacroix (A.). — Les enclaves des roches volcaniques Vol. in-8 de 710 p., avec fig. et pl.

2° LOZÈRE

1785. Gensanne. — Histoire naturelle de la Province de Languedoc. Vol. II.

1806. Dolomieu. — Mines de Villefort et de Vialas. (*Journal des Mines*, t. VIII).

1823. Marrot. — Richesse minérale du département de la Lozère. (*Annales des Mines*, 1re série, t. VIII).

1824. Marrot et Levallois. — Usines de Vialas et de Villefort. (*Annales des Mines*, 1re série, t. IX).

1836. De Christol. — Observations géologiques sur les Cévennes. (*B. S. G. F.*, 1re série, t. VII).

1837. De Malbos. — Observations géologiques sur les montagnes du Vivarais. (*B. S. G. F.*, 1re série, t. X).

1840 Dufrénoy. — Mémoire sur les terrains anciens du centre de la France (*B. S. G. F.*, 1re série, t. XI).

1846. E. Dumas. — Constitution géologique de la région cévennique. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. III).

1848. Dufrénoy et E. de Beaumont. — Explication de la carte géologique de France, (t. II, chap. IX).

1854. Koechlin-Schlumberger. — Coupe géol. des environs de Mende. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XI).

1854. Lan. — Gîtes métallifères de la Lozère. (*Annales des Mines*, 5e série, tome VI).

1857. Junius Castelnau. — Notes et souvenirs de voyage. Vol. I.

1857. D'Archiac. — Histoire des Progrès de la géologie, t. VII.

1859. Hébert. — Note sur la limite inférieure du lias. (*B. S. G. F.*, t. XVI).

1860 Dorlhac. — Esquisse géol. du département de la Lozère. *Bull. Soc. Agriculture Lozère*, 1860, p. 375).

1868. Jaubert. — Formation jurassique du versant nord du Mont Lozère. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).

1868. Ch. Martins. — Ancien glacier quaternaire de la vallée de Pallières. (*Comptes rendus Acad. des Sc.*).

1869. Hébert. — Observations sur les couches de l'Infralias du midi de la France. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).
1869. Malafosse (G. de). — Grès de l'Infralias. (*Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, t. IV, p. 11.
1869. Tardy. — Note sur le Vivarais (*B. S. G. F.* 2e série t. XXVI, p. 912.
1869. Dieulafait. — Zone à Avicula Contorta. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).
1870. G. Fabre. — Failles et fentes à bauxite dans les environs de Mende. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVII).
1871. Parran. — Essai de classification stratigraphique des terrains du Gard. (*Bull. Soc. Sc. d'Alais*, tome I).
1872. G. Fabre. — Extension des terrains jurassiques sur les hauts plateaux. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX).
1872. Ebray. — Jurassique du Mas de l'Air (*B. S. G. F.* 3e série t. I, p. 33).
1872. G. de Malafosse. — Recherches sur le lias de Marvejols. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. VI).
1873. G. Fabre. — Age du soulèvement du Mont Lozère. (*Comptes rendus Ac. des Sciences*, 7 avril).
1873. G. Fabre. — Submersion du Mont Lozère à l'époque jurassique (*B. S. G. F.*, 3e série, t. I).
1873. Bioche et Malafosse. — Sur l'*Am. subfascicularis* des Causses. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. VII).
1873. G. Fabre. — Schistes à posidonies de la Lozère. (*Revue des Sc. naturelles de Montpellier*) (7 Août).
1873. G. Fabre. — Grand glacier quaternaire dans les montagnes d'Aubrac. (*Comptes rendus Ac. des Sc.*) (8 Août).
1875. G. Fabre. — Observations sur le territoire de Saint-Chely-du-Tarn. (*Bull. Soc. Agric. de Mende*, t. XXVI).
1875. G. Fabre. — Terrain sidérolithique de la Lozère. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. III).
1875. G. Fabre. — Carte géologique et minéralogique du canton de Mende. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. III).
1877. G. Fabre. — Constitution des régions schisteuses du Gévaudan. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. V).
1877. G. Fabre. — Origine géologique des gorges du Tarn. (*Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, t. XI).
1877. G. Fabre. — Age du soulèvement de la Margeride. (*Comptes rendus Ac. des Sciences*).

Séance du 14 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELET, PUIS DE M. BOULE.

Les membres de la Société se sont réunis à huit heures du soir dans la salle des groupes lapidaires du Musée, mise à leur disposition par M. le Maire du Puy.

M. Gosselet, vice-président de la Société, déclare la session extraordinaire ouverte.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. le Dr **Luis E. Mourgues,** professeur de chimie à l'Université de Santiago, présenté par MM. Noguès et Munier-Chalmas.

Boistel, professeur à la Faculté de droit de Paris, présenté par MM. Albert Gaudry et Stanislas Meunier.

Bertolio Sollmann, ingénieur au corps royal des mines d'Italie, présenté par MM. Bertrand et Cayeux.

Le Président annonce deux présentations.

M. Gosselet rappelle que la Société s'est déjà réunie au Puy en 1869; il évoque le souvenir des géologues du pays, Aymard, Vinay, qui tinrent une si large place à cette réunion et il explique les raisons qui ont décidé la Société à tenir de nouvelles assises dans cette ville. La récente publication de la *Description géologique du Velay* par M. Boule et de la carte géologique de la feuille du Puy, par MM. Termier et Boule, ont attiré l'attention des géologues sur un pays aussi remarquable par la variété de ses terrains que par le pittoresque de ses montagnes.

M. le Président remercie MM. Boule et Fabre, les organisateurs des excursions, la Municipalité du Puy pour l'excellente hospitalité qu'elle a bien voulu donner à la Société, et M. Dreyfus, conservateur des collections de géologie, qui n'a rien négligé pour nous faire connaître les richesses du Musée.

Il est procédé à la nomination du Bureau pour la durée de la session. Sont élus :

Président : M. **M. Boule.**
Vice-présidents : MM. **Fabre, Depéret, Termier** et **Gosselet.**
Secrétaires : MM. **Cayeux** et **L. Bertrand.**
Trésoriers : MM. **Bourgery** et **Thiéry.**

M. **Boule** remercie ses confrères du grand honneur qu'ils lui ont fait en le désignant comme Président. Il retrace brièvement la géographie physique et la géologie du Velay, en exposant le plan général des excursions que la Société se propose de faire. D'ailleurs, un programme explicatif et détaillé, avec figures, est distribué à chaque membre de la Société. En terminant, M. Boule s'adresse aux habitants du Puy ; il rappelle l'accueil excellent qu'il en a toujours reçu, et les invite à venir prendre part aux réunions géologiques. Il adresse à son tour des remerciements à la Municipalité et à M. Dreyfus, qui a bien voulu préparer, en l'honneur du Congrès, une exposition spéciale des principaux fossiles caractérisant les divers étages du Velay.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

proposé par MM. M. Boule *et* G. Fabre.

Vendredi 15 Septembre. — Départ du Puy à 7 heures du matin. Marnes et calcaires de Ronzon avec Mammifères fossiles. — Gypse de Cormail. — Espaly : atterrissement fossilifère des Rivaux ; alluvions du Riou-Pezzouliou avec grenats, zircons, saphirs. — Ravin des Brus : andésite augitique avec zircons, alluvions sous-

cène, basaltes et brèches basaltiques du Pliocène moyen, sables à Mastodontes ; basaltes et tufs basaltiques du Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis* ; tufs, scories et basaltes quaternaires ; orgues de la Croix de Paille ; gisement de l'Homme fossile de Denise. — Volcan démantelé de Cheyrac. Rocher de Polignac.

Déjeuner à Polignac.

Blanzac : terrain oligocène, argiles sableuses et marnes. Formation détritique et fossilifère de Solilhac. Côte de l'Oulette ; plateau basaltique du Pliocène moyen. Gisements de Mammifères fossiles de Vialette et de Ceyssaguet. Vue du Bassin de l'Emblavès. — Retour au Puy.

Le soir, séance.

Dimanche 17 Septembre. — Départ du Puy en voiture à 8 heures du matin. — Arkoses éocènes de Brives. — Brunelet : Oligocène et Basalte. — Arkoses éocènes de Blavozy, au sommet de la bande granitique séparant le bassin du Puy de celui de l'Emblavès ; failles miocènes. — Phonolite de Lardeyrol, du Mont-Pidgier, du Pertuis.

Déjeuner au Pertuis.

Tufs phonolitiques du Pertuis. — Trachytes du suc de Monac et du Mont-Chanis. — Phonolite du Mont-Plaux et Oligocène métamorphisé par le phonolite à Saint-Pierre-Eynac. — Basaltes de Peylenc.

Coucher à Saint-Julien-Chapteuil.

Lundi 18 Septembre. — Départ en voiture pour Queyrières à 6 heures du matin. Coupe complète des formations volcaniques du massif du Mégal : basalte miocène, trachytes, andésites augitiques, labradorites, basalte porphyroïde, phonolites. — Ascension du Mégal (1438^{m}).

Déjeuner à Boussoulet.

Départ en voiture pour Fay-le-Froid. Grands plateaux basaltiques du massif du Mézenc (basalte semi porphyroïde). — Lac de Saint-Front, belle coulée d'andésite augitique. — Phonolite de Rolliac. — Miocène supérieur de Fay-le-Froid avec chailles jurassiques et cailloux basaltiques.

Dîner et coucher à Fay-le Froid.

Mardi 19 septembre. — Ascension du Mézenc (1754^{m}). Les personnes redoutant la fatigue pourront se faire conduire en voiture jusqu'aux Estables, à 3 kilomètres du Mezenc. L'itinéraire à pied permettra de voir les phonolites, les trachytes augitiques et les labradorites de Chaudeyroles. Aux Dents du Mézenc, trachyte

à mica noir. Au Mézenc, belle vue sur les ravins de l'Ardèche, le bassin du Rhône et les Alpes.

Déjeuner au Mézenc.

Le soir, coupe du cirque des Boutières permettant de faire la stratigraphie de tout le massif. Cette excursion pourra être remplacée, au gré de nos confrères, par une course à la Chartreuse de Bonnefoy. — Retour aux Estables. Des Estables au Monastier en voiture.

Dîner et coucher au Monastier.

Mercredi 20 Septembre. — Départ en voiture à 7 heures du matin. — Étude des basaltes compactes du Pliocène inférieur. — Cinérites et lignites à plantes du Miocène supérieur de l'Aubépin, de Meyzoux et de la Vacheresse. — A la Besseyre, tufs de labradorite avec beaux minéraux. — Andésite augitique de Moulin-Béraud.

Déjeuner à Monastier.

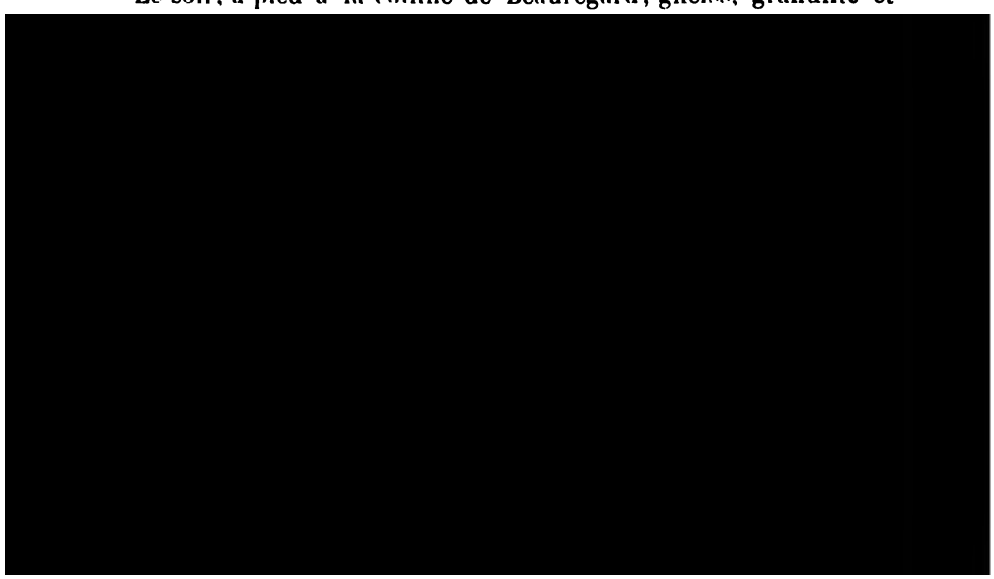
Le soir, départ en voiture pour Le Puy. — Étude du Miocène supérieur avec débris de roches jurassiques reposant sur l'Oligocène. — A la Terrasse et au mont Jonet, volcans récents, coulées scoriacées.

Le soir, séance, dîner et coucher au Puy.

Jeudi 21 Septembre. — Départ du Puy par le train de 5 h. 5 pour Rougeat.

Traversée de la chaîne du Velay par le tunnel de Fix. — A pied de Rougeat à Langeac. Volcan pliocène du Coupet ; gisement de Mammifères fossiles. — Départ à 10 h. 9 en chemin de fer pour Langogne. — Arrivée à Langogne à 11 h. 59. — Déjeuner au buffet.

Le soir, à pied à la colline de Beauregard; gneiss, granulite et



nulites, filons de quartz. Étude du Jurassique de la région des Causses. Lias marneux, fossilifère, de Lanuéjols.

Déjeuner à Lanuéjols.

Renversement du Lias entre le col de la Loubière et Lanuéjols. Ascension du roc de l'Aigle.

Le soir, séance. — Dîner et coucher à Bagnols-les-Bains.

Dimanche 24 Septembre. — Départ à 6 heures du matin en voiture pour Saint-Jean-du-Bleymard, Villefort et Les Vans. — Schistes à séricite; coupe du causse de Malcombe; kersanton, granulite.

Déjeuner à Villefort.

Au Mas de l'Air : coupe du causse de Vézoles. — Coupe de la Baraque du Chausse. — Oxfordien d'Albaret. — Aux Vans, développement complet de la série du Jurassique supérieur.

Le soir, séance de clôture.

Les jours suivants : courses facultatives à Berrias et au bois de Paiolive, sous la direction de M. Kilian.

APERÇU GÉNÉRAL SUR LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET LA GÉOLOGIE DU VELAY,

par **M. Marcellin BOULE.**

Au point de vue physique, le Velay comprend trois régions principales : à l'Est, le double massif du Mézenc et du Mégal, à l'Ouest, la chaîne du Velay, au centre, le Bassin du Puy.

Les massifs du Mézenc et du Mégal forment une unité géologique. Ils renferment les plus anciennes éruptions du Velay, distribuées suivant une aire allongée de 60 kilom. de longueur sur 15 kilom. de largeur moyenne.

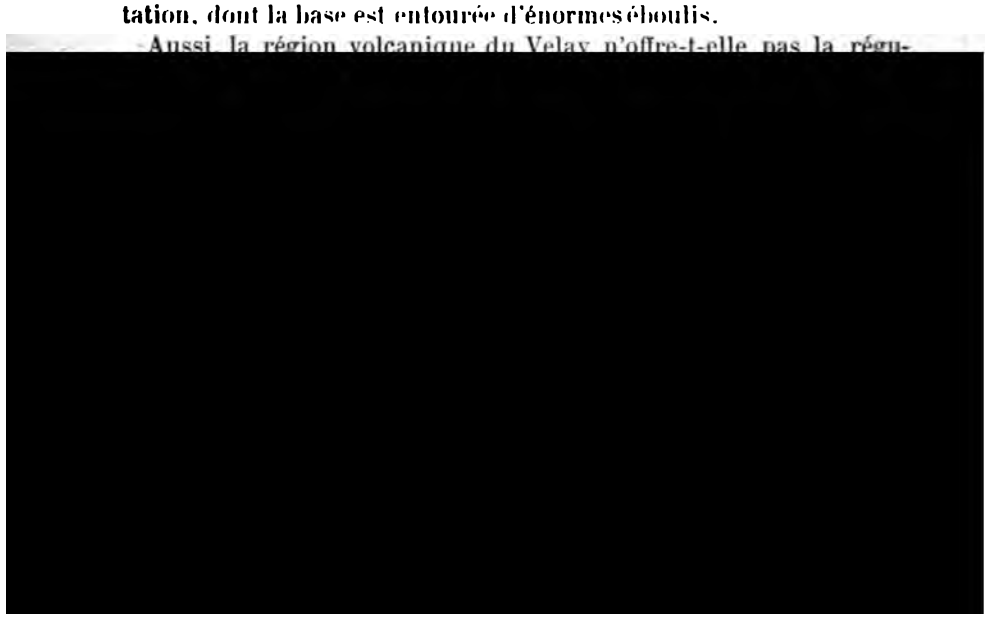
Le massif du Mézenc, séparant le bassin de la Loire de celui du Rhône, continue directement la chaîne des Cévennes. Son sommet le plus élevé atteint 1754 mètres. L'aspect topographique est tout différent, suivant qu'on considère le versant oriental ou le versant occidental. Du côté de la Loire, les coulées volcaniques sont relativement bien conservées; elles forment de vastes plateaux que dominent, çà et là, quelques buttes aux profils arrondis (pl. XVIII).

Du côté du Rhône, le sol est raviné d'une façon imposante. Les torrents coulent au fond de gorges atteignant 800 mètres de profondeur. Les produits volcaniques ne se trouvent plus qu'à l'état de lambeaux au sommet des crêtes (pl. XIX).

Le massif du Mégal, peu connu des géographes, est situé tout entier dans le bassin de la Loire. La rivière le Lignon le sépare de la chaîne des Boutières, qui continue la ligne de partage des eaux du Rhône et de la Loire. Il se relie au massif du Mézenc par les plateaux de Champclause (1200m). Son altitude moyenne est inférieure à celle du massif du Mézenc et son point culminant (*Signal du Mégal* ou *Testeroire*) n'a que 1438 mètres. La région du Mégal est plus découpée, plus morcelée que la région du Mézenc. Les produits éruptifs, formant des tables ou des *sucs* isolés, sont séparés par des ravins creusés, soit dans des argiles et marnes oligocènes, soit dans le granite.

Le Mézenc et le Mégal sont composés surtout de basaltes et de phonolites; les autres roches, trachytes, andésites et labradorites sont moins répandues. Les éruptions ont eu lieu entre le Miocène supérieur et la fin du Pliocène moyen. On ne reconnaît plus que rarement les traces des appareils volcaniques d'où sont sorties les coulées. Nulle part, on n'observe des couches de brèches volcaniques comparables, comme puissance, à celles qui constituent la grande masse du Cantal et du Mont-Dore. Les coulées de basalte forment des plateaux que séparent de profonds ravins. Les phonolites sont tellement répandus qu'ils impriment au paysage un caractère tout à fait spécial. Abondantes, sous forme d'épaisses coulées, ces roches forment aussi des dykes ou pics aigus, grisâtres, sans végétation, dont la base est entourée d'énormes éboulis.

Aussi, la région volcanique du Velay n'offre-t-elle pas la régu-



grands traits, une disposition bien voisine de la disposition actuelle.

Les 17 et 18 septembre, la Société étudiera le massif du Mégal, les 19 et 20 septembre, le massif du Mézenc.

La chaîne du Velay, qu'on peut appeler aussi *chaîne du Devès*, du nom de la montagne la plus élevée (1423 mètres), sépare la vallée de l'Allier de celle de la Loire. C'est une suite de reliefs d'une belle régularité. La ligne de faîte est formée par une série de cônes volcaniques, alignés du Sud-Est au Nord-Ouest et présentant divers états de conservation. Les cônes sont formés de projections basaltiques. De leurs flancs s'échappent des coulées de basalte qui se dirigent, les unes vers la Loire, les autres vers l'Allier. Elles sont soudées entre elles et forment de vastes plateaux allant en pente douce vers les fossés profonds où coulent les deux cours d'eau. Ces plateaux sont à peine ravinés par de petits ruisseaux; la monotonie de leur aspect n'est interrompue que par quelques cônes adventifs de scories rougeâtres. Arrivées au bord des vallées, les coulées s'arrêtent parfois brusquement et se montrent coupées à pic. Souvent elles descendent jusqu'à mi-hauteur; dans certains cas, elles arrivent presque dans le lit de la rivière. Cette région volcanique paraît donc, à première vue, plus récente que la première. L'âge moyen de ses éruptions ne remonte guère en effet au-delà du Pliocène supérieur.

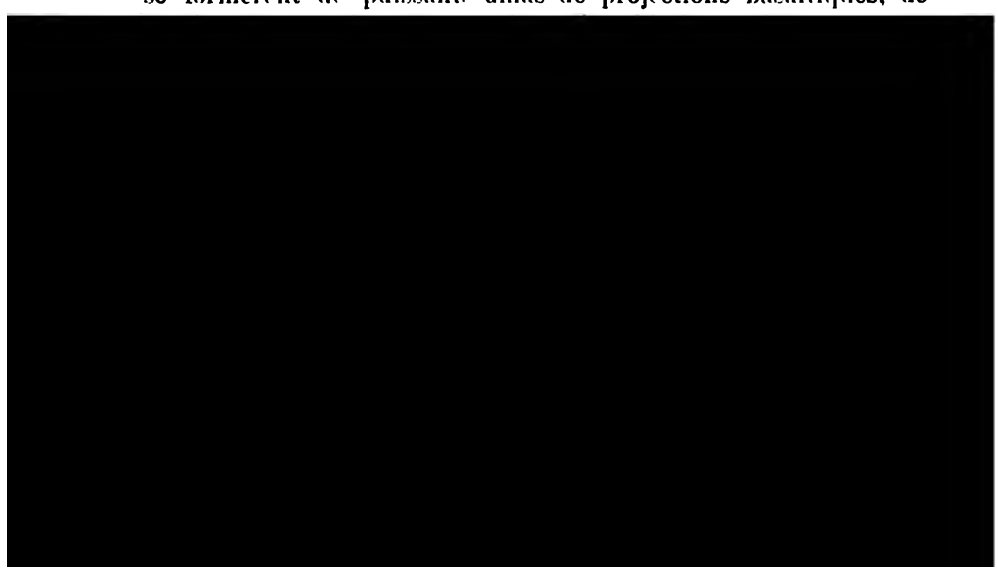
La chaîne du Velay sera traversée en chemin de fer le septième jour, en allant du Puy à Rougeat. Des cônes de scories et des coulées basaltiques se rattachant à cette région seront étudiés par la Société le premier jour.

Les environs du Puy constituent une troisième région naturelle, tant au point de vue géographique qu'au point de vue géologique.

A 10 kilomètres en amont du Puy, la Loire rencontre des argiles et des marnes tertiaires et la vallée s'élargit. Mais à 4 kilomètres en aval de la même ville, le fleuve se heurte contre une barrière puissante. Une grande masse granitique, allongée du Nord-Ouest au Sud-Est, de 10 kilomètres de largeur et d'une altitude atteignant 1,000 mètres, a divisé l'ancien bassin tertiaire en deux parties : le bassin du Puy proprement dit et le bassin de l'Emblavès. La Loire franchit cette sorte de *horst* par un défilé étroit et profond, au-delà duquel elle s'étale de nouveau dans la plaine argileuse de Saint-Vincent.

Cette disposition fait des environs du Puy une région fermée presque de tous les côtés, une sorte de creux entouré de hauteurs. A moins de profiter de la coupure faite par la Loire dans le seuil granitique dont je viens de parler, on ne peut s'éloigner de la ville qu'en gravissant des pentes plus ou moins fortes. La région du Puy est donc parfaitement définie au point de vue orographique et la dénomination de *bassin* lui convient parfaitement, car elle correspond d'une manière exacte au domaine hydrographique supérieur de la Loire. Il y a, près du Puy, une foule de points d'où l'on peut se rendre compte de cette disposition. Un observateur placé, par exemple, au sommet du rocher Corneille, dans la ville même, a l'horizon borné vers le Nord par la barrière granitique, tandis que, vers l'Est, les divers plans s'étagent jusqu'à la fine silhouette du Mézenc et que, vers le Sud et l'Ouest, il distingue nettement la ligne de cônes volcaniques de la chaîne du Velay.

Au point de vue géologique, le Bassin du Puy participe à la fois à la composition des massifs du Mézenc et du Mégal et de la chaîne du Velay. Là viennent se terminer les coulées anciennes de la région orientale et les coulées plus récentes de la région occidentale. Mais cette contrée a aussi sa physionomie spéciale. Tandis que les terrains lacustres oligocènes ne se voient, dans la montagne, que sous forme de lambeaux surélevés par des failles et garantis de l'érosion par une couverture volcanique, ici, ces terrains se trouvent dans la partie déprimée d'un synclinal morcelé et ils constituent les soubassements de toutes les collines qui entourent le Puy. Ces couches lacustres ont été ravinées à l'époque pliocène par des cours d'eau qui ont déposé d'épaisses couches de graviers. En même temps se formèrent de puissants amas de projections basaltiques, de



plupart des formations qui sont plus développées dans les deux autres régions, mais qui y sont isolées.

La Société consacrera les deux premiers jours de l'excursion et une partie du troisième à l'étude du Bassin du Puy.

Le Président présente et résume une note de M. **de Rouville** sur le *Cambrien de l'Hérault*. L'auteur y signale l'existence d'un terme *Antéparadoxidien* formé de calcaires saccharoïdes, schistoïdes, d'au moins mille mètres d'épaisseur avec une formation gréseuse à la base (1).

La séance est levée à neuf heures et demie.

Séance du 16 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE, PUIS DE M. GOSSELET.

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir.

M. Blanc, maire du Puy, honore la Société de sa présence. Il est prié par le Président de vouloir bien prendre place au Bureau.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Dreyfus,** professeur au Lycée, présenté par MM. le colonel Durand et M. Boule.

Vernière, à Brioude, présenté par MM. Albert Gaudry et M. Boule.

M. **Boule**, indisposé, ne peut faire de vive voix les comptes rendus des courses du 15 et du 16 septembre ; on les trouvera dans le Bulletin. Il prie M. Gosselet de vouloir bien le remplacer au Bureau.

M. **Gosselet** remercie de nouveau M. le Maire et la Municipalité du Puy pour l'excellent accueil fait à la Société géologique de France.

(1) Conformément au règlement, cette note traitant d'une question étrangère à la géologie de la contrée visitée par la Société, a été imprimée à la suite des notes présentées dans la dernière séance de juin 1893.

M. le **Maire du Puy** déclare que c'est par suite de circonstances indépendantes de sa volonté qu'il n'a pu assister à la séance d'ouverture de la Réunion extraordinaire.

Il souhaite que la Société emporte un bon souvenir de son séjour au Puy et prie ses membres d'accepter un punch d'honneur que la Municipalité leur offrira à leur retour du Mézenc.

Le Président accepte, au nom de la Société, cette cordiale invitation.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 15 SEPTEMBRE 1893 A RONZON, ESPALY, CEYSSAC ET VALS,

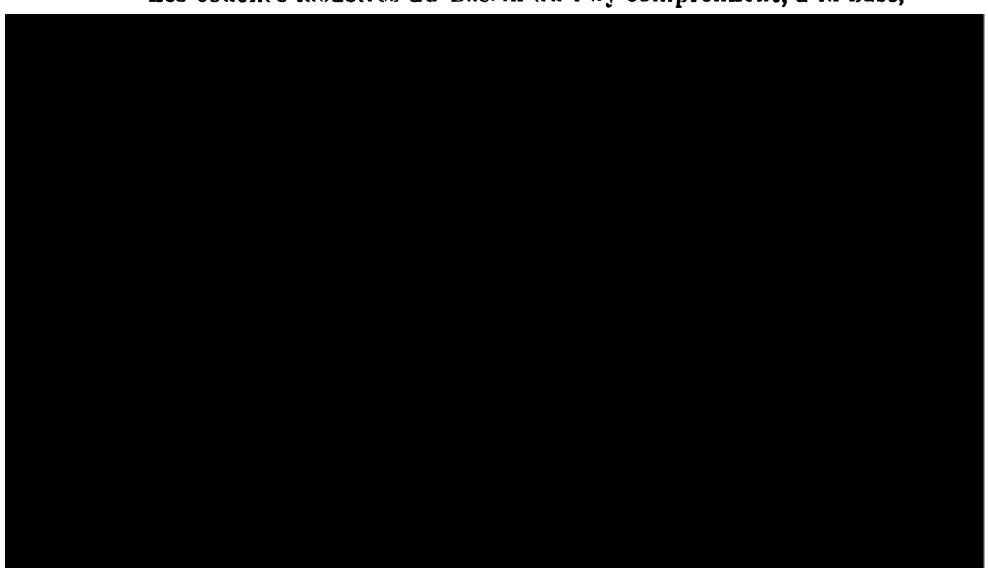
par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XIV et XV).

A 7 heures du matin, la Société, réunie sur la place du Breuil, se dirige vers Espaly.

Une première halte est faite au pied de la célèbre colline de Ronzon, chez M. Bentz, sculpteur, qui recueille et vend des fossiles. Tout près de son atelier se trouve une des nombreuses galeries souterraines servant à l'exploration du calcaire. M. Ménard, propriétaire, nous en fait les honneurs et met à la disposition des géologues tous les échantillons qu'ils désirent.

Les couches lacustres du Bassin du Puy comprennent, à la base,



très instructif de genres éocènes et oligocènes. C'est ainsi que dans le seul banc moyen exploité dans les carrières de Ronzon, on trouve: *Palæotherium crassum*, Cuv. *Paloplotherium minus*, Cuv. *Gelocus communis*, Aym., deux espèces de *Cynodon*, deux espèces d'*Hyænodon*, trois espèces de *Peratherium* (didelphe), avec des formes d'*Acerotherium*, de *Cainotherium*, d'*Entelodon* et d'*Hyopotamus*.

J'ai exposé ailleurs (1) les raisons qui m'ont porté à regarder les argiles bigarrées et les gypses du Bassin du Puy comme représentant les *Marnes vertes et blanches* du Bassin de Paris et à considérer les calcaires de Ronzon comme l'équivalent du *Calcaire de Brie*.

A quelques minutes de Ronzon se trouve le village d'Espaly. La Société traverse la malterie de M. Rogues pour arriver aux Rivaux, où la Borne coule au pied d'un escarpement qui se prête à quelques observations intéressantes. En aval, l'escarpement est formé par des alternances de marnes feuilletées avec petits bancs calcaires. On y recueille des empreintes de plantes, des tests écrasés de *Nystia Duchasteli*, des *Lymnea longiscata*, des Planorbes, etc. Sur ce point, les couches oligocènes plongent assez fortement vers l'Est. Elles sont inférieures aux bancs exploités à Ronzon, de l'autre côté de la Borne.

Vers l'amont, l'escarpement, beaucoup plus élevé, est pratiqué dans une sorte de petit cône de déjection formé aux dépens de la coulée basaltique de la Croix-de-Paille, contre laquelle s'appuient les dépôts (Pl. XIV) (2). L'escarpement montre, à la base, un éboulis composé de blocs, grands et petits, de basalte prismatique, sans intercalation de parties terreuses et cimentés par de la calcite. Au-dessus vient une terre sableuse, quartzeuse, avec quelques cailloux basaltiques anguleux et présentant une stratification assez nette. Vers le haut, il y a beaucoup de scories remaniées, brisées, et de blocs basaltiques. A la partie supérieure, vient une nouvelle couche de terre sableuse, avec blocs, et très riche en ossements fossiles. On y a recueilli des restes d'*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Ursus spelæus*, *Equus caballus*, etc., qu'on peut voir au Musée du Puy. Les restes de chevaux sont particulièrement abondants comme ont pu le constater sur place ceux de nos confrères

(1) MARCELLIN BOULE. Description géologique du Velay (*Bull. de la carte géol.* n° 28, p. 71.

(2) Les photographies qui accompagnent mes diverses notes sont dues au talent d'un de nos confrères, M. Jackson. Je le remercie d'avoir bien voulu m'autoriser à les reproduire.

qui n'ont pas craint d'escalader l'escarpement pour arriver au niveau fossilifère.

Ce gisement est très important car il nous fournit les moyens de déterminer avec précision l'âge de la coulée basaltique de la Croix-de-Paille, l'une des plus récentes du Velay. La faune des Rivaux caractérise la partie inférieure du Pléistocène supérieur. Le basalte de la Croix-de-Paille, sorti du volcan de Denise, est plus ancien puisque la brèche d'éboulis et les dépôts de ruissellement superposés à cette brèche montrent que la coulée était fortement dégradée quand les animaux que je viens d'énumérer fréquentaient le pays. Comme d'un autre côté, ce basalte et les coulées similaires du Velay arrivent jusqu'au fond des vallées creusées, comme nous le verrons plus tard, depuis le Pliocène supérieur, nous pouvons considérer les dernières éruptions volcaniques des environs du Puy comme datant du Pléistocène inférieur caractérisé par une faune à espèces chaudes : *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, etc.

Des Rivaux, nous nous dirigeons vers Cormail en remontant le cours de la Borne et en passant au pied des orgues basaltiques d'Espaly. De l'autre côté de la coulée, la base de la montagne de Denise est formée, comme du côté des Rivaux, par l'Oligocène. Mais ici ce sont les argiles et les marnes gypseuses qui affleurent et montent assez haut, bien au-dessus du lit de la Borne dans lequel nous venons d'étudier, aux Rivaux, les couches calcaires de Ronzon. Cette différence de niveau est due à une faille dirigée N.N.O. Autrefois on exploitait le gypse sur différents points des environs du Puy, à Estrouilhas au pied du rocher Corneille, à Cormail. L'étude des couches gypseuses est aujourd'hui à peu près impossible, car les carrières sont abandonnées, la plupart des affleure-

lée sur la distinction des deux coulées de basalte très différentes comme âge et même comme composition minéralogique, qu'on avait confondues jusqu'à ce jour, parce qu'elles paraissent ne former qu'une même masse du côté des orgues d'Espaly. Sur l'Oligocène repose, en effet, une coulée horizontale de basalte très feldspathique, qui forme de grands escarpements à Cormail, se retrouve sur plusieurs points du flanc de la montagne et se développe au-dessus de la Bernarde. C'est la formation la plus ancienne de la montagne de Denise (β^2). La seconde coulée (β^4), pauvre en feldspath et plus vitreuse que la précédente, prend naissance à l'Ermitage, près du sommet de Denise; elle descend jusqu'au fond de la vallée pour former le rocher de l'Arbousset. C'est la coulée de la Croix-de Paille dont nous avons pu fixer l'âge aux Rivaux. Elle est séparée de la première par une série de formations pliocènes que nous avons étudiées en détail dans la course du lendemain.

Revenus à Espaly,

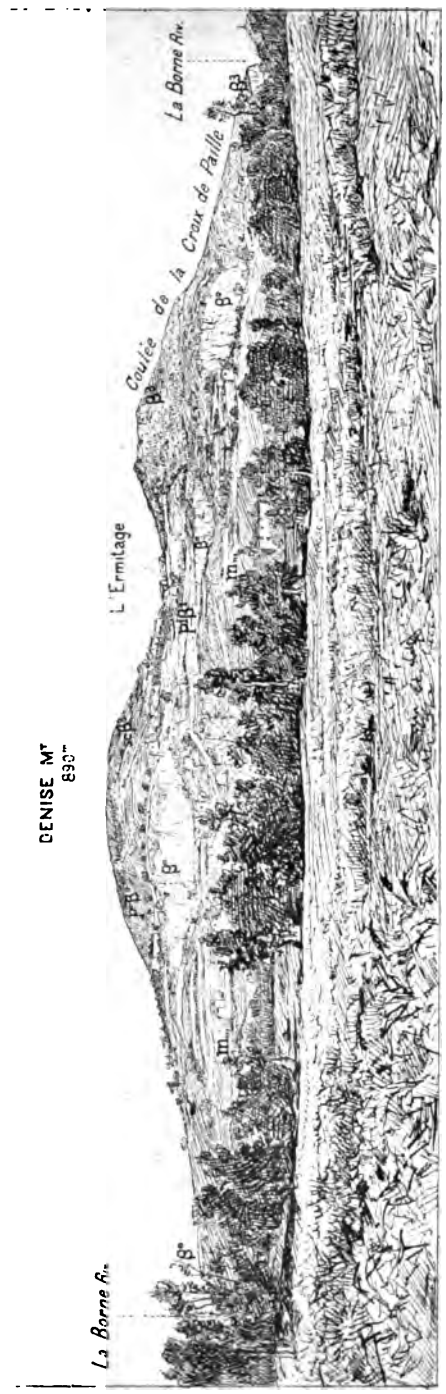


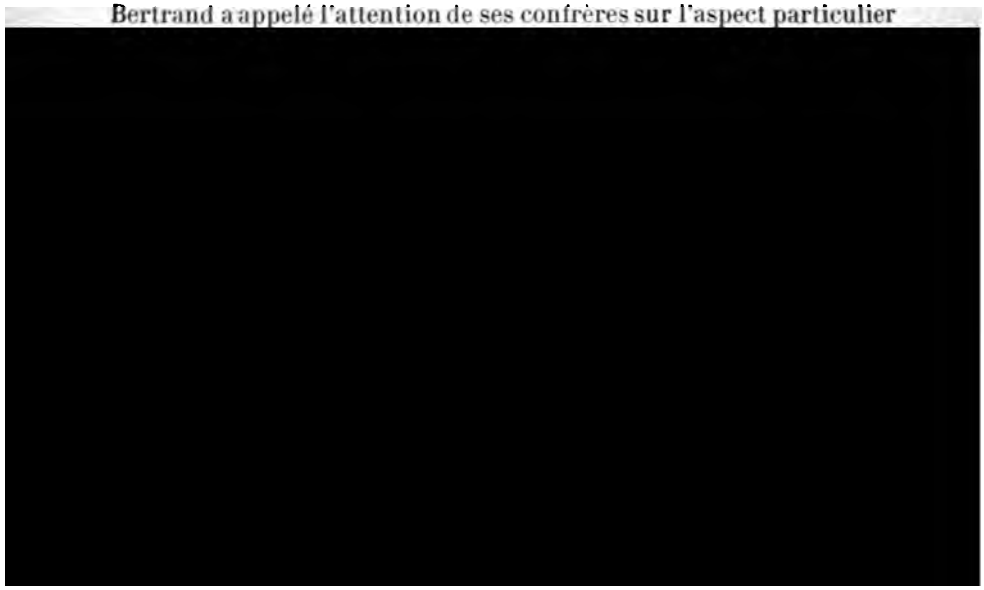
Fig. 1. — Vue du flanc occidental de la montagne de Denise.

nous nous engageons dans le lit complètement à sec du fameux Riou-Pezzouliou. On sait que ce petit cours d'eau roule des cristaux de zircon, de corindon, de grenat, de spinelles, etc. Nous constatons avec la plus grande facilité la présence de ces minéraux dans le sable volcanique et nous remontons le vallon à la recherche de la roche qui leur sert de gangue : cette roche est une andésite augitique, formant, au niveau du village des Brus, une plate-forme en contre-bas des basaltes du plateau du Croustet. C'est la seule roche non basaltique des environs du Puy : elle a la composition suivante :

$$\mathfrak{T}_2 - \overline{A_3\, F_{1\text{-}2}}\, P_1\, t_1\, M$$

Elle ressemble, à première vue, aux basaltes avec lesquels on l'avait toujours confondue, mais elle s'en distingue par l'absence de l'olivine, la finesse du grain et une teinte gris-foncé particulière. Plusieurs d'entre nous ont recueilli des échantillons d'andésite avec des zircons engagés dans la roche. Depuis longtemps tous les auteurs ont admis que les gemmes du Riou-Pezzouliou représentent des enclaves arrachées à des roches primitives par les éruptions volcaniques. M. Lacroix a fait une étude minutieuse et démontré comment se produit la dissociation de ces enclaves, dont les zircons isolés représentent les éléments ayant résulté à la fusion.

Il faut encore nous élever d'une cinquantaine de mètres environ pour atteindre le sommet du plateau qui nous sépare du vallon de Ceyssac et qui est formé par des coulées basaltiques du Pliocène supérieur. Dans le petit ravin de Clary, nous pouvons constater que le basalte repose sur l'Oligocène par l'intermédiaire d'une nappe d'alluvions d'épaisseur très inégale et à très gros éléments. M. Marcel Bertrand a appelé l'attention de ses confrères sur l'aspect particulier



familiariser avec ces formations dont nous établirons l'âge et les rapports stratigraphiques dans la suite de la course.

A Ceyssac, le ruisseau coule dans l'Oligocène, au pied d'un rocher pittoresque formé de brèches basaltiques stratifiées se rattachant évidemment aux brèches basaltiques du flanc droit du vallon et présentant absolument les mêmes caractères pétrographiques (Pl. XV). Le sommet du rocher est occupé par les ruines d'un château féodal. Madame de la Bâtie a bien voulu permettre aux géologues de prendre leur repas à l'abri de ces vieilles murailles, au milieu de

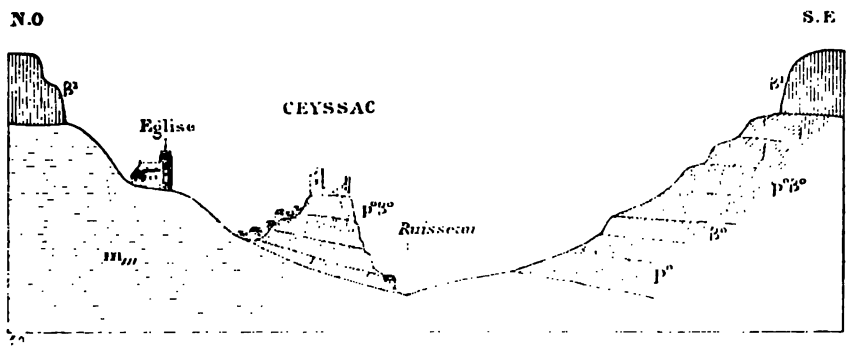


Fig. 2. — Coupe transversale du ravin de Ceyssac.

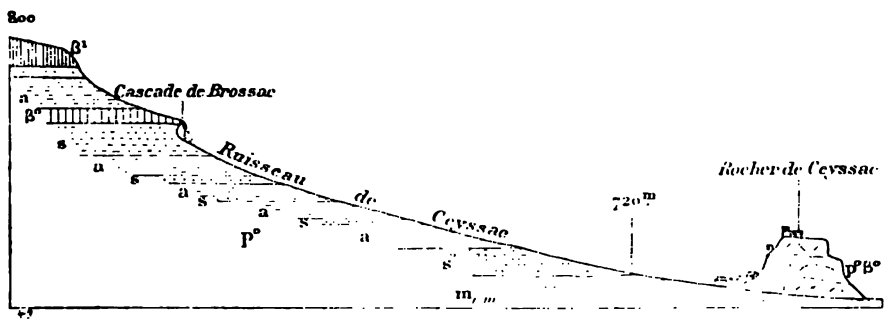


Fig. 3. — Profil en long du vallon de Ceyssac.

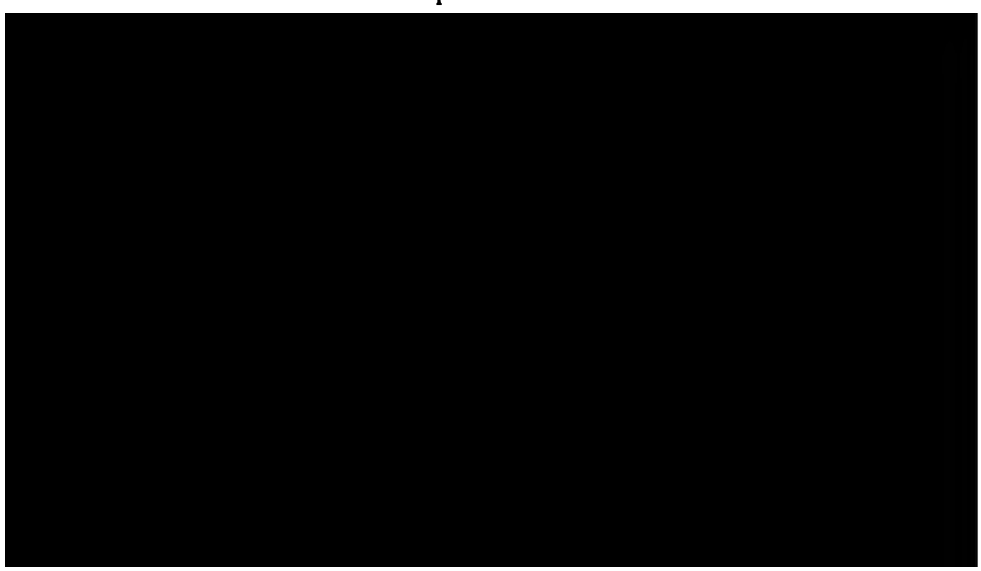
bosquets soigneusement entretenus et devant un panorama aussi agréable à l'œil du touriste qu'instructif pour le géologue. Ils garderont de cette gracieuse hospitalité le plus agréable des souvenirs.

Dans l'après-midi, la Société remonte le ruisseau de Ceyssac pour vérifier la coupe (fig. 3). Au-dessus de l'Oligocène, à 200 mètres environ en amont du village, apparaissent les alluvions du Pliocène moyen.

Ce sont des sables fluviatiles, quartzeux, micacés, très fins, imprégnés de produits ferrugineux qui leur donnent une belle teinte jaune ou rouille. Les éléments deviennent parfois plus grossiers et le sable se transforme en un gravier. On y observe enfin de nombreux lits de cailloux roulés, parfois cimentés par des substances ferrugineuses et constituant des conglomérats assez résistants. On trouve parmi ces cailloux roulés toutes les roches volcaniques du massif du Mézenc : basaltes compactes, basaltes porphyroïdes, labradorites, andésites, trachytes augitiques, phonolites.

Les sables à Mastodontes sont riches au point de vue paléontologique. Ils ont fourni des débris de Mammifères se rapportant aux espèces suivantes :

Mastodon arvernensis, Croiz. et Job.
Mastodon Borsoni, Hays.
Tapirus arvernensis, Croiz. et Job.
Sus sp.
Rhinoceros etruscus, Falc.
Rhinoceros leptorhinus, Cuv. (?)
Equus Stenonis, Cocchi.
Bos elatus, Croiz.
Palœoreas torticornis, Aym.
Capra sp.
Cervus pardinensis, Cr. et Job.
Cervus cusanus, Cr. et Job.
Cervus etueriarum, Cr. et Job (?)
Hyœna sp.
Hyœna sp.
Machairodus sp.



fossile à peu près synchronique, d'après M. de Saporta, de la flore des cinérites de Vic-sur-Cère, dans le Cantal.

Ces alternances de sables et d'argiles à Diatomées sont très nettes au fond du ravin, malheureusement d'un accès assez difficile. Les membres de la Société qui n'ont pas reculé devant quelques bains forcés ou quelques glissades sur l'argile, ont pu les constater et recueillir des empreintes de plantes.

Un peu plus haut, le passage est barré par une cascade due à la présence d'une coulée de basalte. C'est le premier exemple que nous trouvions de formations volcaniques interstratifiées au milieu des sables à Mastodontes. Cette coulée se continue sur les flancs du vallon de Ceyssac ; on la voit dans la coupe (fig. 2) surmontée par des brèches basaltiques. Au-dessus de la cascade, les sables et argiles à Mastodontes reparaissent et supportent, à deux cents mètres en amont, le basalte pliocène supérieur du plateau de La Roche.

Près du village de Brossac, pendant une halte qui permet à quelques retardataires égarés dans le ravin de rejoindre le gros de la troupe, nous admirons le panorama de la chaîne du Velay.

Cet accident orographique, qu'on appelle aussi chaîne du Devès, du nom du sommet le plus élevé (1423^{m}), est formé par une traînée de cônes volcaniques alignés du Sud-Est au Nord-Ouest sur une longueur de plus de 60 kilomètres. A la périphérie de la chaîne, et surtout vers les deux extrémités de la traînée, les bouches éruptives sont relativement clairsemées. Chaque cône de scories est accompagné d'une ou de plusieurs coulées de basalte compacte reposant sur le terrain primitif, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche de projections. Il est assez facile de distinguer ici chaque unité volcanique et d'attribuer à chaque point éruptif ce qui lui revient dans la distribution des coulées. Cette distinction et cette répartition deviennent absolument impossibles au centre de la chaîne, siège des éruptions les plus abondantes et les plus multipliées.

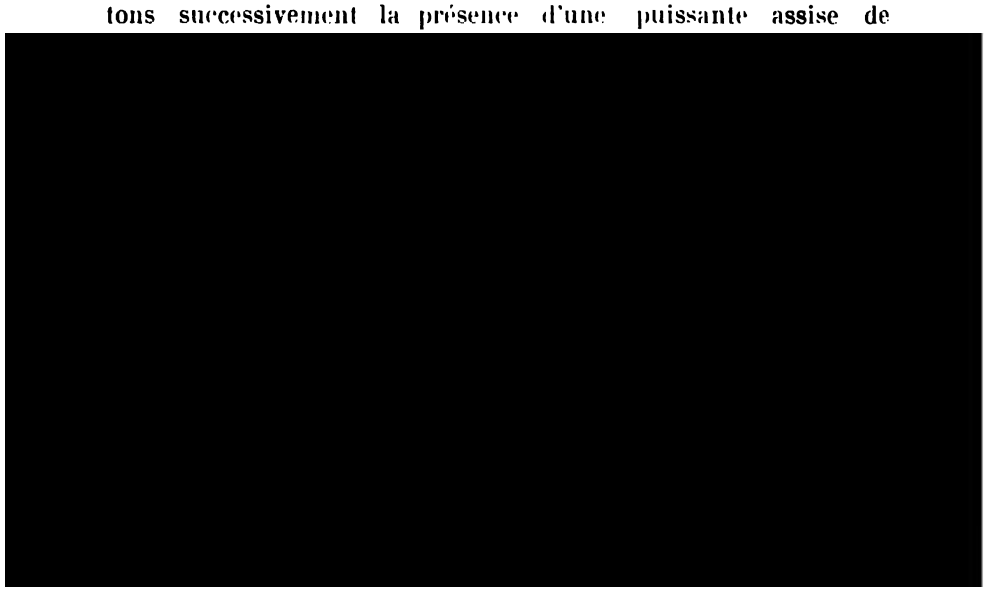
Là, en effet, non seulement les amas de scories confondent leurs bases et atteignent des dimensions colossales, mais encore les coulées basaltiques, soudées entre elles, forment un revêtement continu, que ne percent nulle part des affleurements de roches primitives. Ces flots de lave ont formé de vastes plateaux comme celui sur lequel nous nous trouvons : pays uniforme, triste, rocailleux, rappelant les Planèzes cantaliennes qui ont d'ailleurs la même origine. Les cônes éruptifs se reconnaissent

de loin, soit à la coloration rouge des scories dont ils sont composés, soit aux forêts de pins qui les recouvrent, soit aux formes de leurs profils arrondis en dômes ou en coupes.

Un de ces cônes, se trouvant à proximité, la Société peut se faire une idée de leur structure et de leur composition. L'étude du Croustet est facile grâce à une exploitation de pouzzolane. Nous constatons qu'il est composé presqu'exclusivement de matériaux de projections, bombes, scories, lapillis, peu cohérents, à peine soudés entre eux par de la matière vitreuse, mais parfaitement stratifiés. Les bombes renferment des enclaves de natures variées suivant les volcans. Au Croustet, ces enclaves sont principalement constituées par des fragments empruntés à des roches primitives avec cordiérite, zircon, corindon bleu ou saphir, etc.

Quant aux basaltes en coulées de la chaîne du Velay, ils se distinguent facilement à l'œil nu des basaltes plus anciens des massifs du Mézenc et du Mégal par une couleur bleuâtre, une compacité moins grande; ils sont plus rugueux au toucher; le péridot y est plus abondant en cristaux isolés et en nodules de toutes grosseurs. Les quelques différences de détail qu'on peut relever au microscope n'ont pas d'importance. Ce sont des roches d'aspect et de composition très uniformes, représentant un type lithologique tout à fait normal.

Après avoir fait une ample récolte d'échantillons, les géologues se dirigent vers le ravin du Dolaizon ou de Vals, dont la composition géologique reproduit celle du vallon de Ceyssac. La descente s'effectue par de mauvais sentiers. Au-dessous du basalte du plateau, presque partout coupé à pic, nous constatons successivement la présence d'une puissante assise de



coupe (fig. 4) que la Société a vérifiée. Cette coupe nous montre les relations étroites des sables à Mastodontes avec les brèches basaltiques des environs du Puy et les coulées compactes subordonnées

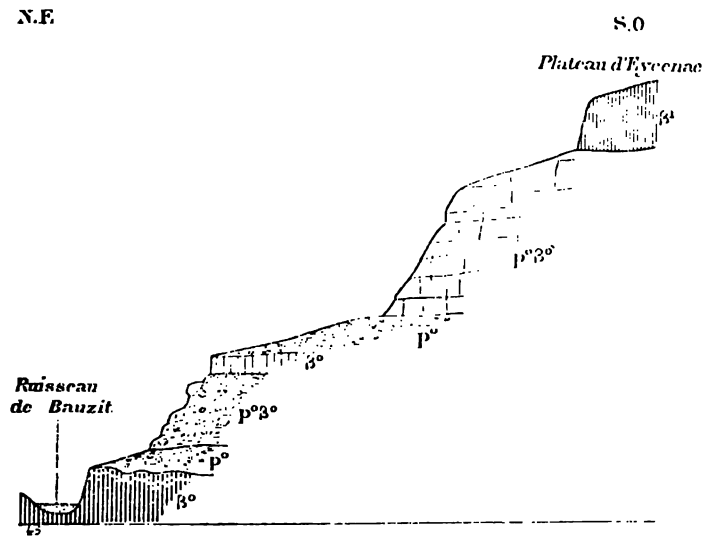
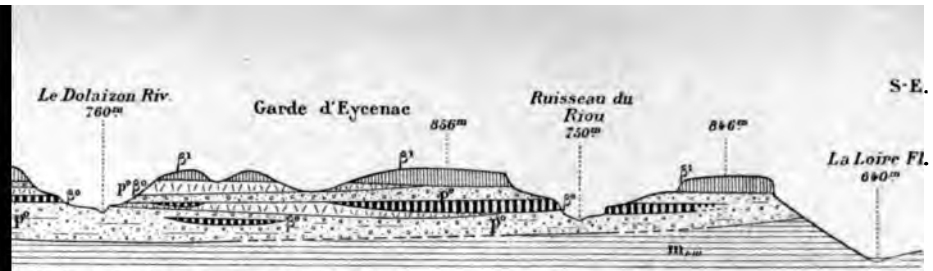


Fig. 4. — Coupe du Ruisseau de Bauzit au plateau d'Eycenac.

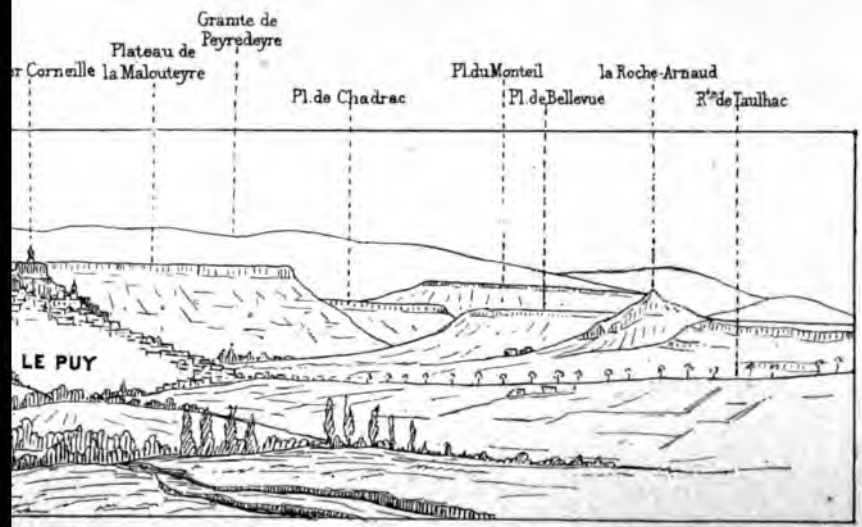
à ces brèches. A partir du point 685 de la carte de l'Etat-major (confluent) et en se dirigeant vers le sommet du plateau d'Eycenac, nous trouvons successivement :

1° Des sables à Mastodontes reposant sur l'Oligocène ;
2° Une coulée de basalte (3° inférieur de la coupe) ;
3° Des sables et cailloux roulés avec phonolite abondant (p°) ;
4° Des tufs et des brèches basaltiques (p° β°) ;
5° Une nouvelle coulée basaltique (β°) ;
6° Sables à Mastodontes, dépourvus de cailloux roulés (p°) ;
7° Brèches basaltiques (p° 3°) identiques à celles de Ceyssac, de Denise, du rocher Corneille ; 30m d'épaisseur ;
8° Basalte pliocène supérieur ou basalte des plateaux de la chaîne du Velay.

Nous sommes ici vers le fond de l'ancienne vallée pliocène ; les dépôts qui ont comblé cette vallée atteignent 130m d'épaisseur. La coupe (fig. 5), pratiquée suivant une direction oblique par rapport à la direction du cours d'eau pliocène, résume les faits observés par la Société.



…e N.O.-S.E. du ruisseau de Ceyssac aux bords de la Loire.



basaltiques des environs du Puy, pris du chemin de Vals à Chaponade, …essus du point 783 de la carte de l'Etat-major.

Avant de quitter le plateau d'Eycenac pour retourner au Puy, par Vals, la Société admire le panorama des environs de cette ville et la disposition des plateaux basaltiques qui entourent la vieille cité comme de gigantesques remparts. Les escarpements formés par les coulées du Pliocène supérieur dessinent des lignes horizontales d'une altitude moyenne et uniforme de 800 mètres, se raccordant entre elles admirablement. Le croquis (fig. 6) peut donner une idée de la physionomie très spéciale que les formes du terrain doivent à cette disposition des plateaux basaltiques. Il est évident que les éruptions du Pliocène supérieur ont fini par niveler complètement cet ancien *creux du Puy*, que les alluvions et les éruptions du Pliocène moyen avaient en partie comblé. C'est à travers tout cet ensemble que les eaux ont ensuite creusé les vallées actuelles et sculpté l'admirable paysage que nous avons sous les yeux.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 16 SEPTEMBRE A DENISE, POLIGNAC, VIALETTE, ETC.,

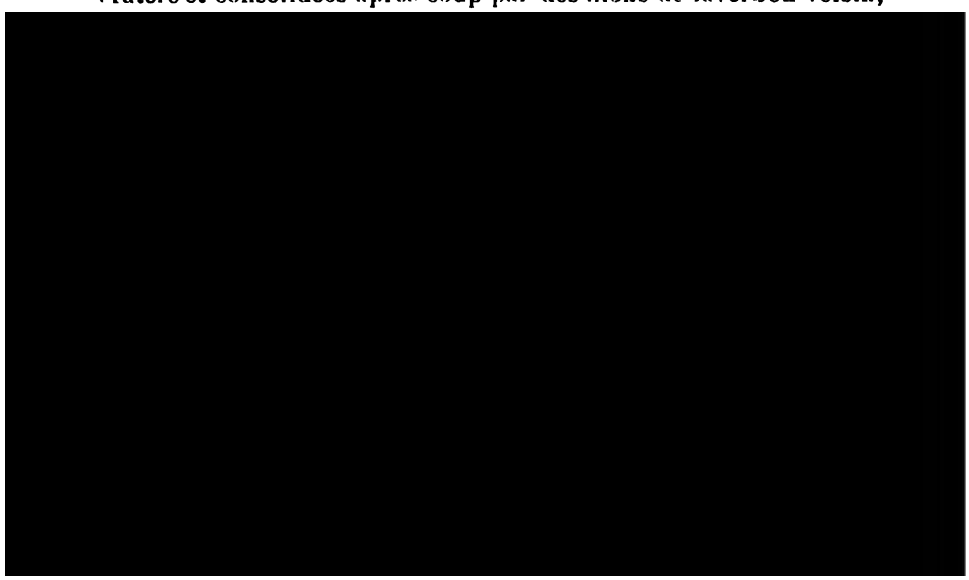
par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XVI et XVII).

Partie du Puy en voiture à 6 heures du matin, la Société s'arrête d'abord au pied du rocher d'Aiguilhe ou rocher Saint-Michel (Pl. XVI). C'est une sorte d'obélisque gigantesque qui s'élève brusquement du fond de la vallée de la Borne, tout près du rocher Corneille, et dont le sommet est couronné par une chapelle du Xe siècle. La course de la veille nous ayant familiarisés avec l'étude des brèches basaltiques, nous retrouvons facilement tous les caractères de ces roches dans la masse qui compose les deux rochers auxquels la ville du Puy doit son cachet si pittoresque. Il y a identité absolue et l'œil le plus exercé, même avec le secours du microscope, ne saurait différencier des échantillons provenant du rocher de Ceyssac, des flancs du vallon de Vals, des rochers Corneille ou Saint-Michel, de Denise, de Polignac, de Cheyrac, etc. Ce sont des produits de projections basaltiques noyés dans une cendre très vitreuse, pêle-mêle avec des enclaves de diverses natures. Ceux de nos confrères peu familiarisés avec les roches et les phénomènes volcaniques et que cette

assertion peut surprendre la vérifieront dans quelques heures, à Cheyrac, où ils verront un cône volcanique bien reconnaissable comme tel, avec matériaux stratifiés en double pente et formés par une roche identique.

L'attention de la Société a été particulièrement appelée sur cette question, tant de fois discutée, de l'origine des brèches basaltiques des environs du Puy et notamment des rochers isolés comme Corneille, Saint-Michel, de Ceyssac, de Polignac (Voyez pl. XVII). Au lieu de considérer ces masses comme des témoins détachés par l'érosion d'une formation subaérienne autrefois beaucoup plus étendue, la plupart des géologues ont voulu y voir des dykes sortis tels quels des profondeurs de la terre et, malgré les judicieuses remarques présentées à la réunion de la Société au Puy en 1869 par plusieurs savants familiarisés avec l'étude des phénomènes et des produits volcaniques, on a persisté à parler de dykes dans des travaux tout à fait récents. Je crois inutile de revenir ici sur les détails que j'ai donnés à ce sujet dans diverses publications (1) et que j'ai eu l'honneur d'exposer sur place devant mes confrères de la Société géologique. Je dirai simplement quelques mots sur le rocher Saint-Michel où s'observent certains traits particuliers. Ce gigantesque bloc de brèche, qui paraît vraiment sortir du sol de la vallée, est traversé par de nombreux filons et veines basaltiques qui ont consolidé les produits de projection et leur ont permis de résister aux érosions. Les brèches sont en outre particulièrement riches en enclaves granitoïdes avec beaux échantillons de cordiérite. Je crois qu'il faut considérer le rocher Saint-Michel comme le produit du remplissage d'une bouche éruptive par des projections retombées dans le cratère et consolidées après coup par des filons de lave. Son voisin,



route avant d'arriver à l'Ermitage, elle se dirige vers un grand escarpement formé par des brèches basaltiques disposées en bancs réguliers, sensiblement horizontaux. Les caractères pétrographiques de ces roches sont ceux que nous avons déjà observés tant de fois. Au milieu des brèches et occupant la partie moyenne de l'escarpement, se trouvent intercalés 10 mètres environ de sables quartzeux, fins, jaunes, identiques aux sables à Mastodontes que nous avons étudiés la veille. Nous avons là une nouvelle preuve des relations étroites et du synchronisme qui existent entre deux formations géologiques importantes du bassin du Puy : les sables à Mastodontes et les brèches basaltiques. Celles-ci se voient sur tout le pourtour de la montagne de Denise, superposées vers le Sud, à une coulée de

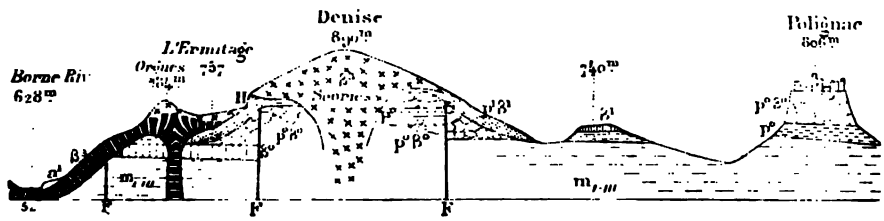


Fig. 7. — Coupe schématique de la montagne de Denise et de ses abords.

basalte que nous avons pu distinguer la veille de la coulée quaternaire et reposant partout ailleurs sur l'Oligocène, soit directement, soit par l'intermédiaire des sables à Mastodontes.

Après la sortie et l'accumulation de ces brèches, l'emplacement actuel de la montagne de Denise était une surface horizontale un peu inclinée que les érosions transformèrent bientôt en un plateau d'un kilomètre carré environ.

Sur ce plateau s'établit ensuite un volcan qui eut plusieurs périodes d'activité. La première date du Pliocène supérieur. Sur les brèches du Pliocène moyen, aussi bien au-dessus qu'en contre-bas, c'est-à-dire en stratification complètement discordante, s'étendent en effet des tufs volcaniques nettement stratifiés, de physionomie toute spéciale et sur l'origine desquels les membres de la Société ont beaucoup discuté. Ce sont des produits de projections volcaniques de diverses grosseurs, très remaniés, véritables dépôts détritiques renfermant, en même temps que des éléments basaltiques, de nombreux fragments roulés de quartz et de roches primitives. Ces dépôts remaniés alternent fréquemment avec des lits intacts de projections.

Les couches ont des inclinaisons variables, parfois très prononcées, épousant d'une manière générale la topographie contemporaine de leur dépôt. Il est certain que cette formation est toute différente des brèches du Pliocène moyen et qu'elle doit être attribuée, en partie, à des actions aqueuses. Mais elle n'en est pas moins d'origine directement volcanique. Les géologues locaux y voyaient le produit de coulées boueuses, comme nous en montrent certains volcans actuels.

Deux observations importantes doivent être faites à propos de ces tufs. Ils descendent fort bas sur les flancs de la montagne de Denise, qu'ils entourent comme d'un manteau, et ils marquent ainsi exactement les changements topographiques survenus dans la contrée depuis la fin du dépôt des sables à Mastodontes, en donnant la mesure des actions érosives. De plus, nous connaissons parfaitement leur âge ; ils ont été formés pendant que vivait, dans le Massif central de la France, un énorme Proboscidien qui ne se trouve pas dans les sables à Mastodontes : l'*Elephas meridionalis*. Les membres de la Société ont pu voir au Musée du Puy, dans la collection Aymard, de belles dents de cette espèce qui ont été trouvées à la Malouteyre, tout près du point que nous avons exploré. Le Muséum de Paris possède des échantillons analogues provenant de la même localité.

Une seconde et dernière période d'activité du volcan de Denise correspond, comme nous l'avons vu dans la course d'hier, au début du Quaternaire. A ce moment les vallées actuelles du Puy étaient complètement creusées. Ce fut d'abord une coulée de lave qui s'épancha et produisit, en se refroidissant, les belles orgues d'Espaly et de la Croix-de-Paille, puis une accumulation de bombes, de scories et de lapillis basaltiques revêtit la montagne d'un manteau en partie disparu aujourd'hui et édifia le tumulus gigantesque qui

quaternaires, se trouvent des carrières de pouzzolane qui ont mis à nu la paroi de la cheminée volcanique. Là les brèches du Pliocène moyen et les tufs du Pliocène supérieur, disposés en stratification discordante (fig. 8) sont coupés comme à l'emporte-pièce. Ils forment une muraille verticale correspondant à la paroi de l'intérieur du cratère. Celui-ci est rempli de scories noires, faiblement agglutinées et de bombes volcaniques.

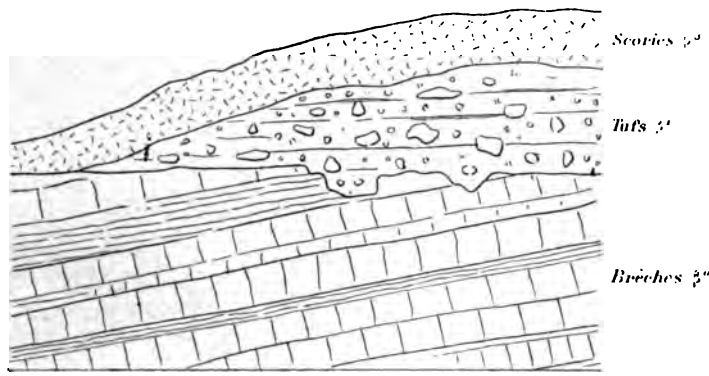


Fig. 8. — Coupe sur le flanc occidental de Denise.

A Denise, les bombes ne renferment pas de nodules à olivine. Les enclaves sont presque toujours de nature granitoïde ou gneissique, avec cordiérite fréquente. Certains échantillons de gneiss arrachés ont été injectés de matière basaltique. Des feuillets blancs de la roche primitive alternent régulièrement avec des feuillets bruns de nature volcanique, de sorte que la roche offre un phénomène analogue à celui des gneiss granulitiques.

Remontés en voiture, nous arrivons bientôt au Collet, où nous quittons la route nationale pour prendre le chemin de Polignac. Nous ne faisons que traverser le village où nous reviendrons pour déjeuner et nous allons à la recherche d'un point nous permettant d'avoir une bonne vue d'ensemble du volcan de Cheyrac. Le village qui porte ce nom est assis au pied de grands escarpements de brèches volcaniques bien stratifiées qu'on reconnaît, en effet, au premier coup d'œil, comme un cratère démantelé à double pente. La coupe fig. 9 indique les diverses inclinaisons des couches telles qu'on les observe en traversant la montagne de l'Est à l'Ouest et la coupe fig. 10 les inclinaisons de ces mêmes couches suivant une ligne perpendiculaire à la première. Le volcan s'est fait jour à

travers une nappe basaltique plus ancienne. (β^c fig. 9). Vers le Nord, les brèches passent sous un basalte plus récent (β^1 fig. 10). En certains points elles reposent sur les sables à Mastodontes.

Le principal intérêt de ce volcan est de nous éclairer sur l'origine véritable des brèches basaltiques des environs du Puy, car il

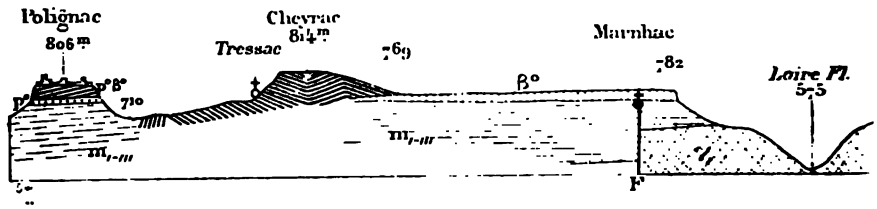


Fig. 9. — Coupe du volcan de Cheyrac et de ses abords.

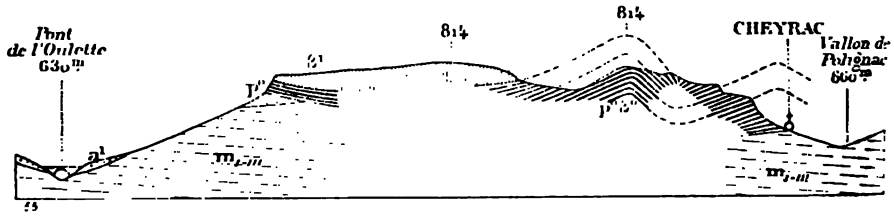


Fig. 10. — Coupe du volcan et du plateau de Cheyrac.

est exclusivement formé lui-même par des brèches identiques à celles de Denise, Corneille, Saint-Michel, etc. Ici l'origine subaérienne est évidente.

Le majestueux rocher de Polignac, qui supporte les ruines d'un formidable château féodal (pl. XVII), est constitué par les mêmes brèches.

prenant le chemin qui longe le cimetière et va rejoindre la route de Blanzac, la Société a pu voir affleurer, au-dessous des brèches, des sables jaunes, riches en petits cailloux de phonolite. On y a trouvé des molaires de *Mastodon arvernensis*.

Au-delà le petit bassin de Blanzac permet de faire l'étude des argiles sableuses bigarrées qui forment la plus grande partie des dépôts oligocènes de la Haute-Loire. Vers le haut ces argiles admettent des intercalations de marnes, avec petits lits de calcaires marneux paraissant représenter, en dehors des environs immédiats du Puy, le niveau de Ronzon.

Après avoir dépassé le hameau de Cussac, nous descendons de voiture pour traverser le ruisseau et nous rendre à Solilhac. Cette localité est connue par des dépôts détritiques renfermant une faune de Mammifères, intermédiaire, comme celle du *Forest-bed* anglais, entre le Pliocène supérieur et le Quaternaire ou Pleistocène : *Elephas* cf. *meridionalis*, *Rhinoceros Merckii*, *Equus caballus*, *Hippopotamus*, plusieurs espèces de grands Cervidés, etc. Ces dépôts couvrent les parois et le fond d'un cirque boisé de 1 kilomètre de diamètre environ, creusé dans des coulées de basalte pliocène et dans les marnes oligocènes. Ils arrivent jusqu'au fond du vallon. Des lambeaux épars sur d'autres points, au bas de l'Oulette, à Roche-Limagne, etc., prouvent que ce placage avait autrefois une étendue bien plus considérable.

La partie inférieure de la formation consiste en argiles limoneuses ou sableuses, grises, micacées et de sables, dont les affleurements sont rares mais qu'on peut facilement observer à l'aide d'un sondage. Ces argiles ont livré des squelettes complets de Cervidés et de Bœufs. Au-dessus de ces couches la grande masse du placage est formée par un terrain composé de sables, de graviers, avec une multitude de blocs anguleux de toutes grosseurs et pouvant dépasser un mètre cube. Beaucoup de ces blocs sont basaltiques; le granite est également très répandu, aussi bien en menus détritus qu'en cailloux volumineux. Ce terrain présente parfois une stratification assez nette ; dans ce cas, on voit de petites couches de projections volcaniques remaniées et intercalées dans la masse plus hétérogène.

L'origine de ces terrains est très difficile à préciser. Les regrettés géologues du Puy, Aymard, Robert, ainsi que Tournaire, le regardaient comme un produit d'éruptions boueuses. Après un examen attentif, les membres de la Société ont été unanimes à rejeter cette hypothèse qui n'explique ni la composition, ni les caractères phy-

siques, ni les dispositions topographiques du dépôt. L'origine glaciaire, soutenue par M. Julien, a été également combattue par toutes les personnes présentes. L'hypothèse la plus plausible me paraît être celle que j'ai déjà exposée ailleurs (1) dans les termes suivants :

« Les dépôts de Solilhac sont loin d'offrir tous les traits caractéristiques des moraines glaciaires. Les éléments sont disposés en couches stratifiées; je n'y ai pas trouvé de cailloux striés; la boue glaciaire est absente et les formes du terrain sont différentes de celles qui caractérisent le paysage glaciaire. Enfin, l'on ne voit pas d'où aurait pu venir le glacier édificateur d'une pareille moraine. Il n'y a, en amont, ni montagnes d'altitude suffisante, ni cirques de réception capables de retenir les neiges et de leur permettre de se convertir en névés. Si ces dépôts se rattachent à une époque glaciaire, c'est d'une manière indirecte. J'ai tout lieu de croire que le petit bassin de Blanzac a été converti, vers la fin du Pliocène ou au commencement du Pléistocène, en une sorte de lac produit par un barrage basaltique, dont les traces se voient près de Chanceaux, dans le défilé que suit le ruisseau de Blanzac pour aller se jeter dans la Loire. Les eaux sauvages, descendant des hauteurs basaltiques et primitives des environs de Saint-Paulien et de Saint-Geneys et provenant de la fonte des neiges, ont entraîné dans ce petit bassin, ou lac temporaire, des matériaux de toutes grosseurs, lesquels se sont déposés en placage à la surface de l'Oligocène. Ces matériaux se sont accrus de tous les produits de désagrégation des plateaux environnants et ont formé de petits cônes de déjections à l'entrée de tous les ravins. Plus tard, quand le bassin s'est vidé, les eaux ont enlevé en grande partie les premiers dépôts. Les témoins qui restent encore ont dû leur conservation à leur position privi-

pour l'appliquer à un grand nombre de terrains d'atterrissements pléistocènes, dans des pays montagneux de faible altitude, ou dont les formes orographiques ne se prêtent pas à l'hypothèse de grands glaciers, en dehors de constatations positives. »

On trouve aussi des ossements dans cette partie des dépôts de Solilhac ; mais ils sont épars et généralement brisés, fragmentés. Des fouilles seraient infructueuses ; après les pluies d'orage et au printemps, on voit des débris osseux affleurer sur les coupes fraîches des ravins qui sillonnent les parois du cirque. Pour gagner le plateau qui domine Solilhac, ou Côte de l'Oulette, la Société a remonté un de ces ravins. Malheureusement, l'été que nous venons de traverser ayant été particulièrement sec, la fraîcheur des coupes laissait à désirer et l'on n'a pu trouver que quelques fragments d'os de Mammifères fossiles.

La Côte de l'Oulette est formée par une nappe basaltique du Pliocène moyen surmontée par trois cônes de scories. Au pied du cône occidental, ou Mont-Courant, se trouve le fameux gisement de Mammifères fossiles de Vialette. On peut aussi recueillir des ossements fossiles sur la pente du cône de Ceyssaguet, dans un terrain meuble provenant de la dégradation des flancs du volcan. Cette contrée permet de se faire une idée de l'importance des phénomènes d'érosion qui ont eu lieu, dans le Velay, entre l'époque où vivait la faune des Mammifères fossiles de Vialette et celle où vivait la faune de Solilhac, les deux catégories de gisements étant séparées par une différence d'altitude de plus de 100 mètres.

En gravissant la côte de l'Oulette, nous avons traversé une grande faille N.O.-S.E., limitant, vers le Sud, la grande bande granitique qui sépare le bassin du Puy du bassin de l'Emblavès. Cette sorte de *horst* est postérieur à l'Oligocène, dont on trouve des lambeaux isolés à l'altitude de 896 mètres. Il est antérieur au Pliocène moyen, puisque les coulées de cette époque n'ont pas été dérangées de leur position primitive. Les observations que nous pourrons faire dans le massif du Mézenc permettront de préciser l'âge de ces failles (Miocène supérieur).

De Ceyssaguet, il est facile de se rendre compte de ces phénomènes. Abrités sous le front vertical de la nappe basaltique, à son contact avec le granite, nous jouissons de la vue d'un splendide panorama. A 250 mètres sous nos pieds, la Loire coule dans les gorges sauvages de Peydereyre, qui coupent le voussoir granitique comme d'un trait de scie. En face de nous, la masse du horst, assombrie par une grande forêt de pins, le Bois-Noir. Un petit volcan, le Mont-Serre,

est assis sur ce gigantesque piédestal ; la coloration rougeâtre de ses scories nous le fait aisément reconnaître. De chaque côté du relief granitique, une topographie plus douce, un pays plus cultivé, avec de nombreux villages ; à droite, c'est-à-dire vers le Sud-Est, le bassin du Puy ; à gauche, c'est-à-dire vers le Nord-Est, l'Emblavès, noyé dans des flots de lumière. Le fond est une plaine unie qu'animent les jolis villages de La Voûte-sur-Loire et de Saint-Vincent ; au-delà de cette plaine, plusieurs rideaux de collines, où de grands espaces dénudés laissent voir les couleurs bariolées de l'Oligocène et que couronnent des lambeaux de coulées volcaniques. A l'horizon, les montagnes phonolitiques du Mégal d'un ton gris très doux.

L'heure est avancée. Nous nous arrachons à la contemplation de cette vue aussi intéressante que grandiose et nous traversons de nouveau le triste plateau de l'Oulette pour aller voir, près de Vialette, le gisement où ont été trouvés tant de débris de Mammifères du Pliocène moyen. Arrivés sur l'emplacement exact qui a fourni les belles pièces de *Mastodon Borsoni* du Musée de Lyon et de la collection Vinay, nous avons pu recueillir un certain nombre de débris bien déterminables. Un de nos plus aimables confrères, M. Gouverneur, a trouvé un beau morceau de molaire de *Mastodon Borsoni*. Nous reprenons nos voitures à Blanzac, et c'est à la lumière du gaz que la Société rentre dans la ville du Puy.

NOTE SUR LA SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES FAUNES DE MAMMIFÈRES PLIOCÈNES D'EUROPE

fluviales ou dans les produits de projection des volcans (tufs et cinérites). C'est même ce point de vue stratigraphique qui donne à l'étude précise du niveau des flores et des faunes pliocènes du Plateau Central un intérêt tout particulier.

Dans un mémoire publié en 1885 sur les Vertébrés pliocènes d'Europe (1), j'ai eu l'occasion de m'occuper du classement stratigraphique des faunes de Mammifères pliocènes de l'Auvergne et du Velay. J'ai été amené alors, par suite de comparaisons générales, à considérer la célèbre faune à *Mastodon Arvernensis*, *Equus Stenonis*, *Bos elatus* et nombreux Cerfs, de la montagne du Perrier près Issoire, et les faunes analogues du bassin de la Haute-Loire (Vialette, environs du Puy) comme le représentant typique du *Pliocène supérieur* sur le même horizon que les couches fluvio-lacustres de l'Astésan et du Val d'Arno, en Italie. Je rattachais encore, il est vrai, au Pliocène supérieur, à titre de subdivision moins importante, un niveau un peu plus jeune, caractérisé par l'abondance de l'*Elephas meridionalis*, et surtout par l'introduction d'un assez grand nombre d'espèces quaternaires ou même actuelles; c'est le niveau de St-Prest et de Durfort, représenté en Auvergne par les gisements de Malbattu, de Peyrolles, etc. Quant aux faunes à *Hipparion* du *Pliocène moyen* et *inférieur* (Montpellier, Perpignan, Red Crag d'Angleterre), je n'en constatais dans tout le Plateau Central aucune espèce de trace.

Cette classification des faunes de Vertébrés pliocènes d'Europe, conforme d'ailleurs dans ses grands traits à celle qui avait été admise par mon excellent maître, M. le professeur Gaudry, dans ses *Enchaînements du monde animal*, a été, depuis cette époque, adoptée d'une manière unanime par les plus éminents spécialistes de l'étranger : je me bornerai de citer en Angleterre les noms de MM. Cl. Reid (2), Newton (3), Lydekker (4); en Allemagne de M. Zittel (5). En France, il n'en a pas été tout à fait de même : MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas en Auvergne (6), ont cru devoir reculer le niveau de la faune de Perrier jusqu'au pliocène

(1) Depéret. *Ann. sc. géol.* 1885, t. XVII.

(2) Cl. Reid. *The pliocene deposits of Britain* (Memoirs geol. Survey, London, 1890).

(3) Newton. *The Vertebrate of the pliocene deposits of Britain* (Mem. geol. Survey, London, 1891).

(4) Lydekker. *Catalogue of fossil Mammals in Brit. Mus.* vol. IV, p. XV.

(5) Zittel. *Handbuch der Paleontologie*, tableau p. 64, vol. IV.

(6) Michel-Lévy et Munier-Chalmas. *Etude sur les environs d'Issoire* (Bull. Soc. géol., t. XVII, p. 267

moyen en s'appuyant sur l'analogie de la flore des cinérites du Cantal et du Mont-Dore avec la flore subtropicale des tufs de Meximieux (Ain).

Dans le bassin du Puy, M. Boule (1) a rapporté également au pliocène moyen l'horizon des *sables à Mastodontes* qui contiennent une faune de Mammifères identique à celle de Perrier, bien que la flore de ce niveau soit pourtant assez différente de celle des cinérites et dénote dans son ensemble un climat beaucoup plus tempéré.

Je me propose de développer dans la présente Note les raisons stratigraphiques et paléontologiques qui m'empêchent de pouvoir admettre les conclusions de ces savants et m'engagent à maintenir dans son intégrité la classification des faunes pliocènes, telle que je l'ai rappelée sommairement plus haut. La discussion de ce point relatif à l'Auvergne m'entraînera d'ailleurs à reprendre, avec de nouveaux faits et de nouvelles preuves, la question des faunes de Mammifères pliocènes d'Europe et même de la classification du système Pliocène en général.

1° QUESTION DE LA FLORE DES CINÉRITES

J'ai déjà dit que la fixation de l'âge absolu des éruptions pliocènes du Cantal et du Mont-Dore reposait en grande partie sur l'intercalation, au sein des produits volcaniques, de cinérites contenant une flore que l'on a rapprochée de celle des *tufs de Meximieux* (Ain) ; on sait que la stratigraphie et la faune ont permis à MM. Delafond (2) et Depéret (3) d'attribuer ces tufs ainsi que les *sables de Trévoux* qui leur correspondent dans la vallée de la Saône, à l'horizon du *pliocène moyen* ou *Astien*.

Dans le massif du Mont-Dore, M. Michel-Lévy (1) cependant a montré que les cinérites à plantes occupent plusieurs niveaux, les uns dans la cinérite domitique inférieure (La Bourboule), les autres dans la cinérite supérieure (saut de la Pucelle, Varenne près le lac Chambon, le Vernet). « Malheureusement, ajoute-t-il, leur étude paléontologique n'a pas été poussée à fond, et l'on s'est toujours borné à les rapprocher du gisement classique de Meximieux ».

MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas ont indiqué ce même niveau à plantes avec *Bambusa Lugdunensis*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Carpinus*, etc., au sein même des alluvions ferrugineuses qui contiennent la classique faune à *Mastodon Arvernensis* de Perrier et l'ont attribué en conséquence au pliocène moyen.

Dans la Haute-Loire, M. Boule a cité des *sables à Mastodontes* du Puy, à faune de Perrier, l'existence d'une série de gisements de plantes, dont le plus riche est celui de Ceyssac étudié par M. de Saporta (2). La flore de Ceyssac ne contient ni le Bambou, ni les Laurinées de Meximieux et du Cantal; elle se compose d'arbres des genres *Pinus*, *Abies*, *Alnus*, *Ulmus*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Acer*, *Pyrus* vivant encore à l'époque actuelle dans toute la France et ne paraissant nullement indiquer un climat tropical. M. de Saporta a déclaré que ces végétaux se rapportaient à une période rapprochée, quoique sans doute un peu plus jeune que celle des cinérites du Cantal.

En résumé, pour M. de Saporta, comme pour les géologues qui ont décrit les régions volcaniques du Plateau Central, toutes ces flores seraient sensiblement du même âge et correspondraient exactement à la flore de Meximieux, c'est-à-dire au pliocène moyen.

Or, c'est là une conclusion stratigraphique qu'il me paraît impossible d'accepter. Il résulte en effet des recherches de plusieurs paléophytologistes, M. l'abbé Boulay, M. Ristori et M. de Saporta lui-même, que la flore de Meximieux, loin de caractériser un niveau précis tel que le pliocène moyen, se retrouve identique à tous les niveaux du système pliocène depuis la base du pliocène inférieur jusqu'au pliocène le plus récent.

Ainsi à Théziers (Gard), M. l'abbé Boulay (3) a fait connaître l'existence de deux niveaux de plantes l'un près de la gare de Théziers, placé vers la base des argiles bleues du pliocène inférieur;

(1) Michel-Lévy. *Bull. Soc. géol.*, réunion Clermond-Ferrand.

(2) De Saporta, *Sur les caractères propres à la végétation pliocène* (Bull. Soc. géol. 3e sér., t. I, p. 226).

(3) Boulay. Académie de Vaucluse.

l'autre vers le sommet des collines de Vacquières dans les couches saumâtres à *Potamides Basteroti* du pliocène moyen; or ces deux niveaux de plantes contiennent une flore identique qui a tous les caractères de la flore de Meximieux.

Au Val d'Arno, bassin lacustre isolé qui représente vraisemblablement toute l'épaisseur du pliocène, M. Ristori (1) a montré, contrairement à l'opinion de Gaudin et de Strozzi, que la flore des argiles à lignites de la base de la série ne saurait être distinguée de celle des sables et graviers ferrugineux (*sansino*) fluviatiles, qui forment la partie supérieure du bassin lacustre. La flore du Val d'Arno est une et possède d'ailleurs un caractère général tout à fait comparable à la flore de Meximieux et des cinérites par la présence de plusieurs Laurinées (*Sassafras Ferreti*, *Oreodaphne Heeri*, *Persea*, *Laurus*) et autres formes communes aux deux gisements. *Magnolia fraterna*, *Glyptostrobus europæus*, *Liquidambar europæus*, etc). M. Ristori va même plus loin et il fait observer (*loc. cit.* p. 147) « qu'il est très dangereux de tirer des argumeuts stratigraphiques fondés sur les flores fossiles, lesquelles se ressemblent beaucoup, bien qu'elles appartiennent à des périodes géologiques assez distantes. La flore pliocène en particulier a trop d'espèces communes avec la flore miocène pour pouvoir servir de base à des considérations stratigraphiques. »

Enfin, M. de Saporta fournit lui-même une preuve décisive de l'unité de la flore pliocène. On lit en effet dans un chapitre sur les flores fossiles que ce savant a écrit dans un livre tout récent de M. Falsan sur les *Alpes françaises* (t. II, p. 69), la phrase suivante : « *Dans la première moitié du pliocène*, les calcaires concré- » tionnés de Meximieux, ceux de la Valentine, près de Marseille, les

de Théziers appartiennent à la base du pliocène inférieur et au pliocène moyen; celui de Meximieux est du pliocène moyen ; celui des tufs de la Valentine est superposé à des cailloutis à *Elephas meridionalis* et j'ai considéré ces travertins, sur la feuille de Marseille, comme de la fin du pliocène. Il en est de même du gisement de Durfort qui a fourni, avec le beau squelette d'*Elephas meridionalis* du Muséum de Paris, une faune très voisine de la faune quaternaire et qui appartient en conséquence à la limite du pliocène et du quaternaire. Il résulte clairement de ces constatations que la flore pliocène n'a subi depuis le début jusqu'à la fin de cette époque que des changements sans importance, et qu'il est dangereux de faire appel pour le classement des produits volcaniques du Plateau Central, à un critérium, qui, entre les mains d'un habile paléophytologiste comme M. de Saporta, conduit à des rapprochements stratigraphiques aussi manifestement erronés.

2° CHRONOLOGIE DU SYSTÈME PLIOCÈNE PAR LA SUCCESSION DES FAUNES DE MAMMIFÈRES TERRESTRES

Pour établir les divisions naturelles du Pliocène, il est rationnel de s'adresser aux dépôts marins, dont les caractères sont plus généraux que ceux des formations terrestres, et surtout qui traduisent mieux les grandes modifications géographiques intervenues. Une fois les étages marins reconnus, on peut paralléliser avec eux les dépôts continentaux à l'aide des animaux terrestres enfouis çà et là dans les couches marines, et surtout en utilisant les régions où les dépôts d'eau douce à faune terrestre sont en relation stratigraphique avec les dépôts marins.

On distingue nettement dans le faciès marin du Pliocène trois étages : le *Pliocène inférieur* ou *Plaisancien*, dont le type est dans les argiles bleues subapennines ; ensuite le *Pliocène moyen* ou *Astien*, fondé sur les sables jaunes très fossilifères du pays d'Asti où ils surmontent avec évidence l'étage des argiles bleues.

Ces deux étages marins se retrouvent, *malgré quelques variations ou quelques substitutions locales de faciès, en somme peu importantes*, non seulement en Italie, mais sur presque tout le pourtour du bassin méditerranéen. Ils sont étroitement unis l'un à l'autre par leur distribution géographique et même par leur faune (qui dénote une mer assez chaude), de sorte que l'on pourrait à la rigueur, avec MM. de Rouville, de Stefani, Welsch, etc., les considérer comme les deux phases successives, la seconde plus littorale, d'un même

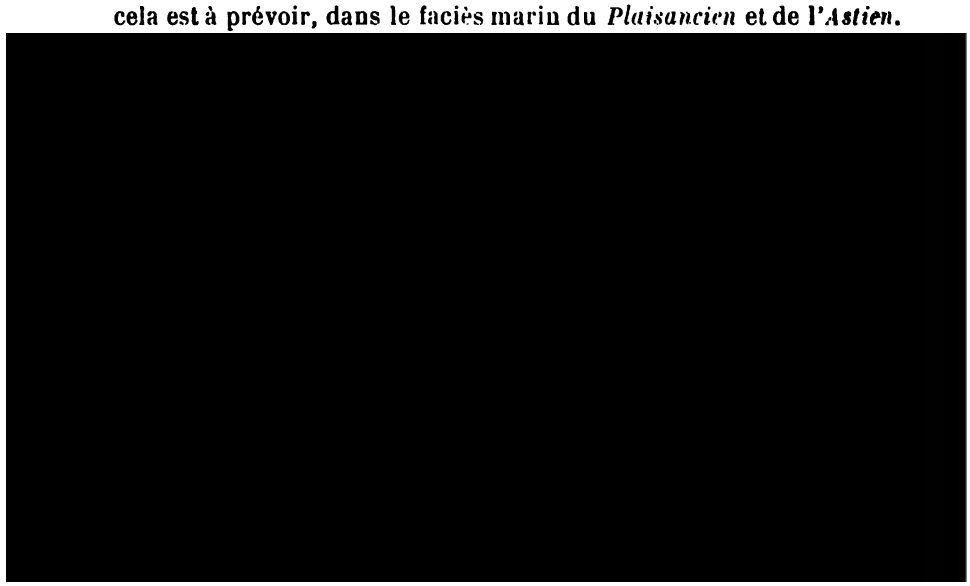
dépôt, sur un fond de mer en voie d'exhaussement graduel. Mais il ne faut pas oublier que ces deux étages *représentent à eux seuls la plus grande partie du Pliocène* au point de vue de l'importance des dépôts et probablement aussi de la durée.

Après le dépôt des sables jaunes astiens, une régression importante de la mer se manifeste presque partout en Italie, qui acquiert à très peu près alors son contour géographique actuel, de sorte que les dépôts de l'*Astien* ne sont plus surmontés que par des formations d'eau douce ou continentales du *Pliocène supérieur*. Il résulte de cette régression, générale dans tout le bassin méditerranéen occidental, que les *dépôts marins du pliocène supérieur* sont restés en grande partie sous les eaux de la mer actuelle, sauf quelques lambeaux émergés, tels que les sables à *Cyprina Islandica* de Livourne, de Monte-Mario, de la Calabre, de Sicile, auxquels on peut joindre les couches à *Strombus mediterraneus* de Palerme et d'autres points de l'Italie. Ces plages anciennes contiennent une faune moins chaude que celle du vrai pliocène, et caractérisée par l'apparition d'un certain nombre d'espèces des mers froides. M. de Stefani (1) désigne ces dépôts sous le nom de *post-pliocènes* et on peut leur appliquer le nom de *Sicilien* (de Lapparent) qui servira ainsi à désigner le faciès marin du *Pliocène supérieur*.

Je vais maintenant essayer d'indiquer la répartition stratigraphique des Mammifères pliocènes, relativement à ces trois étages, en les étudiant par régions.

ITALIE

Les débris de Mammifères terrestres sont très rares, ainsi que cela est à prévoir, dans le faciès marin du *Plaisancien* et de l'*Astien*.



pour laquelle M. Sacco a proposé le nom d'étage *Fossanien*; cette zone limite entre le pliocène moyen et le pliocène supérieur est surmontée à son tour par les couches fluvio-lacustres (marneuses, sableuses ou caillouteuses suivant les points) du *Villafranchien* de Pareto, équivalent continental du pliocène supérieur.

C'est au sommet des sables jaunes, dans les couches déjà un peu saumâtres du Fossanien que l'on trouve, d'après M. Sacco (qui a bien voulu me montrer ces pièces au musée de Turin), quelques Mammifères terrestres : *Mastodon Arvernensis*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, *Cervus* sp., associés à des Mammifères marins. Quelques molaires de ces Proboscidiens portent encore des Huîtres fixées sur leur surface, ce qui ne laisse aucun doute sur leur gisement au sommet des couches marines de l'Astésan.

La même faune se retrouve d'ailleurs, plus abondante encore, dans les couches fluvio-lacustres du *Villafranchien*, dans les localités de Solbrito, San Paolo, Dusino, Villafranca, Ferrere, Fossano, etc., d'où proviennent : *Mastodon Arvernensis*, *M. Borsoni*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, *Equus Stenonis*, *Cervus* sp. On a extrait de ces couches un squelette presque entier de *M. Arvernensis* (vallée de Stanavasso), et un autre presque complet de *Rh. etruscus* (C. Crotino).

Ainsi, dans la vallée du Pô, une faune de Mammifères, identique à celle de Perrier, et caractérisée surtout par l'apparition des genres *Elephas*, *Equus* et *Bos* apparaît dans les couches de passage du pliocène moyen au pliocène supérieur et caractérise surtout le pliocène supérieur dans son ensemble. Il importe d'attirer l'attention sur la coexistence incontestable dès le sommet de l'Astien du pays d'Asti de l'*Elephas meridionalis* et du *Mastodon Arvernensis*, association qui se retrouve d'ailleurs partout en Italie, et aussi en France, comme on le verra plus loin.

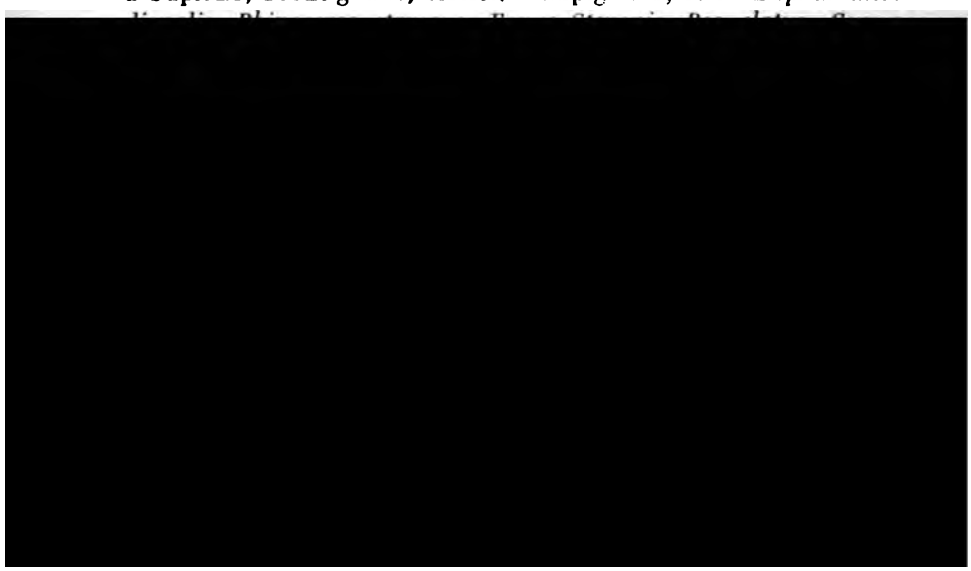
Dans les autres régions pliocènes marines de l'Italie, on retrouve des faits analogues. En Toscane, M. de Stefani (1) indique le *Mastodon Arvernensis* dans les zones élevées du pliocène marin à Corniano et Montopoli, près San Miniato, et le *Sus Strozzii* à Empoli. Plus au Sud, dans la région de Sienne, le même géologue cite le *Bos etruscus* (= *elatus*) dans des couches de sables jaunes à *Cardium edule* qui reposent sur le pliocène marin typique, et sont recouvertes par les couches d'eau douce de la gare de Sienne décrites par M. de

(1) De Stefani. *Molluschi continent. plioc. Italia* (Atti Soc. Tosc. sc. nat., Pisa).

Mortillet; mais la faune est beaucoup moins riche que dans l'Astésan.

Il existe en Italie d'autres gisements de Mammifères pliocènes dans des bassins d'eau douce plus ou moins isolés des formations marines. Le plus riche est le bassin du Val d'Arno (1), en amont de Florence, où se sont déposées de puissantes couches fluvio-lacustres dans un lac d'eau douce, séparé seulement de la mer pliocène par un simple cordon littoral; il est probable que les dépôts du Val d'Arno représentent un faciès d'eau douce de tout l'ensemble du pliocène. A la base, on observe des argiles avec lignites exploités qui ont fourni beaucoup d'empreintes de plantes et une belle faune de Mollusques décrite par M. de Stefani; mais ces couches inférieures n'ont donné, en fait de Mammifères, que le *Mastodon arvernensis* (Monte-Carlo), un Tapir et un *Machairodus* (Terranuova), c'est-à-dire une faune sans caractère bien déterminé. C'est dans les couches de graviers ferrugineux (sansino) qui terminent la série du Val d'Arno que se trouve la riche *faune dite du Val d'Arno* avec *Mastodon Arvernensis*, *M. Borsoni*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Equus Stenonis*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, *Cervus Perrieri*, etc., c'est-à-dire une faune identique à la faune du pliocène supérieur de l'Astésan et à celle de Perrier. M. de Stefani a récemment donné (2) une liste révisée de la faune du Val d'Arno, à laquelle je renverrai le lecteur.

Le bassin lacustre de l'Ombrie (Pérouge, Spoleto) présente des faits analogues au Val d'Arno. Les couches inférieures sont des argiles avec Mollusques d'eau douce et débris de Batraciens, et c'est seulement dans les couches les plus élevées que l'on a recueilli à Papiano, Frontignano, Assisi, Campignano, etc. : *Elephas meri-*



cus, Palæoryx Meneghinii, Equus intermedius, etc. Des découvertes analogues ont été faites dans la haute vallée du Tibre, dans la haute vallée de l'Arno (Casentino), dans la vallée du Sieve, dans le bassin de Leffe (Lombardie). Il est probable qu'une partie de ces couches d'eau douce représente le pliocène inférieur et moyen, mais la plus grande partie des niveaux fossilifères se rapporte au pliocène supérieur, sans qu'il soit possible de délimiter exactement ces divers étages.

En résumé, on voit qu'en Italie il n'y a qu'une seule faune de Mammifères pliocènes bien caractérisée : cette faune débute dans les zones tout à fait élevées du pliocène marin de l'Astéran et de la Toscane, mais est surtout abondante dans les formations fluvio-lacustres du pliocène supérieur du pays d'Asti, du Val d'Arno, de l'Ombrie. Les espèces les plus caractéristiques sont le *Mastodon arvernensis* partout associé à l'*Elephas meridionalis*, l'*Hippopotamus major*, le *Rhinoceros etruscus*, l'*Equus Stenonis*, le *Bos elatus*, des Cerfs, c'est-à-dire une association tout à fait semblable à la faune de Perrier (sauf l'Eléphant) et à celle de Chagny, dans la vallée de la Saône.

Quant à la faune terrestre du pliocène moyen et du pliocène inférieur, elle est extrêmement pauvre en Italie où l'on peut à peine citer le *Mastodon Arvernensis*, le *Rhinoceros leptorhinus*, un Tapir et un *Machairodus*. Cette pauvreté d'espèces explique pourquoi la faune terrestre du pliocène ancien n'a pu être distinguée nettement de celle du pliocène récent par les géologues italiens. C'est en France et en Angleterre qu'il faut maintenant nous transporter pour y reconnaître les caractères distinctifs de ces deux niveaux de Mammifères pliocènes.

FRANCE

Les vallées du versant méditerranéen donnent de bons types du pliocène marin avec d'excellents gisements de Mammifères terrestres. Ainsi on retrouve, en Provence, dans la vallée du Rhône, en Languedoc, en Roussillon, les argiles bleues à faune marine du Plaisancien recouvertes par les sables jaunes à *Ostrea cucullata* de l'Astien ; ceux-ci prennent parfois (Visan, Théziers, Montpellier, Espira) vers le haut un faciès saumâtre ou d'estuaire caractérisé par l'abondance du *Potamides Basteroti* et des Auricules. En quelques points même (Montpellier, Roussillon) la régression de la mer avant la fin du pliocène moyen a permis la formation de dépôts fluvio-

lacustres superposés aux sables jaunes et riches en Mammifères terrestres. Quant au Pliocène supérieur, il est représenté par des nappes de graviers et de cailloutis, ferrugineux, à éléments altérés, d'origine torrentielle, qui recouvrent les plateaux à de grandes hauteurs au-dessus des vallées actuelles.

En ce qui concerne les Mammifères terrestres, les *sables marins de Montpellier* qui représentent, ainsi que l'a montré M. Viguier, un faciès sableux de l'ensemble du Plaisancien et de l'Astien, contiennent une belle faune décrite par Gervais et caractérisée par le *Mastodon arvernensis*, le *Rhinoceros leptorhinus*, l'*Hipparion*, de grandes Antilopes (*Palæoryx Cordieri*), des Cerfs aux bois peu ramifiés (*Cervus australis*, *C. Cauvieri*, l'*Hyænarctos insignis*, etc. Dans les *marnes d'eau douce du Palais-de-Justice* qui couronnent les sables marins, on retrouve une faune identique avec adjonction de débris de singes (*Semnopithecus monspessulanus*, *Macacus priscus*).

Dans le golfe pliocène du Roussillon, on observe la succession typique des argiles bleues plaisanciennes, puis des sables jaunes astiens à *Ostrea cucullata* et *Potamides Basteroti*, couronnés à leur tour par une puissante série fluvio-lacustre qui contient une riche faune du pliocène ancien, très voisine de la faune de Montpellier, notamment : *Mastodon Arvernensis*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Hipparion crassum* très abondant, *Palæoryx boodon*, *Cervus australis*, un grand singe (*Dolichopithecus ruscinensis*) voisin du *Mesopithecus* miocène. Dans les gisements du Roussillon, si complètement explorés par le Dr Donnezan, on remarquera l'absence, si constante dans la faune pliocène ancienne, des genres *Bos*, *Equus* et *Elephas*.

Au nord de Lyon, la grande vallée de la Saône, ou région de la Bresse, formait, à l'époque pliocène, une vaste cuvette qui a été

Chevaux et des Bœufs donnent à cette faune de la Bresse lacustre tous les caractères de la faune pliocène ancienne de Perpignan et de Montpellier.

2° Avec le pliocène moyen débute en Bresse le faciès fluviatile qui va continuer ensuite jusqu'à nos jours. Dans des vallées creusées aux dépens des couches lacustres inférieures, se sont déposés des sables et des cailloutis avec travertins intercalés (*sables de Trévoux, cailloutis de Montluel, tufs de Meximieux*) pauvres en Mollusques, mais contenant une riche flore devenue classique (flore de Meximieux) et quelques Mammifères terrestres, tels que *Mastodon Arvernensis, Rhinoceros leptorhinus, Tapirus Arvernensis, Ursus Arvernensis, Palæoryx Cordieri, Cervus australis*. Les Ruminants indiquent une faune analogue à celle de Montpellier et très probablement identique à celle du pliocène inférieur bressan, bien que l'on n'y ait pas encore jusqu'ici découvert l'*Hipparion*.

3° Le pliocène supérieur est représenté en Bresse par des nappes largement étalées de sables et de graviers fluviatiles, disposés en terrasses étagées à divers niveaux qui indiquent les étapes successives du creusement des vallées. Dans la vallée de la Saône à Chagny et sur une foule de points du chemin de fer de Dijon à Beaune, ces sables et graviers ferrugineux ont fourni une riche faune de Mammifères terrestres d'un caractère nettement différent de celui des faunes anciennes ci-dessus indiquées. On y trouve le *Mastodon Arvernensis* associé à l'*Elephas meridionalis*, le *Rhinoceros etruscus*, le Tapir, l'*Equus Stenonis*, le *Bos elatus*, une Gazelle et plusieurs Cerfs de Perrier (*Cervus Perrieri, C. Etueriarum, C. cusanus*). L'apparition de l'Eléphant, du Cheval et du Bœuf montre nettement qu'il s'agit ici d'une faune rigoureusement synchronique des faunes du pliocène récent d'Italie, et aussi des faunes de Perrier, de Vialette, du Coupet, des sables à Mastodontes du bassin du Puy.

4° Enfin, il existe en Bresse un dernier horizon de Mammifères pliocènes, celui des *marnes et sables de Chalon-St-Cosme* qui contiennent l'*Equus Stenonis*, le *Cervus megaceros*, le *Trogontherium*, et se placent en conséquence à la hauteur de l'horizon de St-Prest, c'est-à-dire à la limite du quaternaire.

En résumé, la grande vallée de la Saône nous donne l'exemple le plus clair de la succession des faunes de Mammifères pliocènes depuis le pliocène inférieur jusqu'à l'aurore de la faune quaternaire. La superposition de la *faune de Perrier* sur la *faune de Montpellier* s'y présente dans des conditions stratigraphiques indiscutables.

Dans toute la région volcanique du Plateau Central, il n'existe,

au contraire, ainsi que je l'ai indiqué en 1885, aucun indice de la faune pliocène ancienne. Les gisements de Perrier et d'Ardé dans le Puy-de-Dôme, ceux du Coupet, de Vialette, des sables à Mastodontes du Puy sont caractérisés par la présence du *Rhinoceros etruscus*, de l'*Equus Stenonis*, du *Bos elatus*, de nombreux Cervidés, et appartiennent en conséquence déjà au pliocène supérieur. Il est vrai que l'*Elephas meridionalis* n'accompagne pas le *Mastodon Arvernensis* dans les gisements de Perrier et du bassin du Puy, mais c'est là un fait local sans importance, puisque la coexistence de ces deux Proboscidiens est la règle à ce niveau dans tout le reste de l'Europe (Italie, France, Angleterre). D'autres gisements du bassin du Puy (Sainzelles, la Malouteyre) représentent un niveau du pliocène supérieur un peu plus élevé que le précédent, quoique très peu différent au point de vue paléontologique, si l'on excepte l'abondance particulière à ce niveau de l'*Elephas meridionalis*. Enfin, l'horizon de St-Prest se trouve lui-même représenté avec sa faune de passage dans les gisements de Malbattu, Peyrolles (Puy-de-Dôme) et dans celui de Solilhac aux environs du Puy ; peut-être devrait-on à plus juste titre le considérer comme le début du quaternaire.

ANGLETERRE

Sur la côte de la mer du Nord, le dépôt pliocène le plus ancien est le *Coralline Crag* du Suffolk, composé de sables et calcaires à Bryozoaires, que M. Cl. Reid (1) considère à juste titre comme l'équivalent du pliocène inférieur à cause du faciès méridional des Mollusques, indiquant une mer à température assez élevée. Il est pourtant possible que le Crag corallin n'ait pas été l'assise tout à fait inférieure du Pliocène anglais, car on trouve à la base de ce dépôt

nement, vient le Crag rouge (*Red Crag*) de Suffolk et de Norfolk dont la faune marine se distingue de celle du Crag corallin par un cachet moins méridional et par l'introduction d'un certain nombre de Mollusques des mers froides ; le faciès arctique de la faune se prononce d'autant plus qu'on s'élève vers les zones supérieures du dépôt. M. Reid considère le Crag rouge inférieur (*Walton Crag et Butley Crag*) en raison de la faune encore méridionale, comme l'équivalent du *Scaldisien* de Belgique et de l'Astien du Midi, tandis que les couches supérieures du Crag rouge à faune arctique appartiennent déjà au pliocène supérieur.

A la base du Crag rouge on trouve un lit de nodules phosphatés semblable à celui du Crag corrallin ; cette couche est un gisement important de débris de Mammifères dont quelques-uns proviennent d'un remaniement de l'Eocène (*Coryphodon*, *Hyracotherium*, *Pterodon*), tandis que le plus grand nombre paraît contemporain du dépôt. Les principales espèces sont : les *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni*, un *Rhinoceros* attribué au *R. Schleiermacheri*, le *Tapirus Arvernensis*, un *Hipparion* (attribué peut-être à tort au *gracile*), des Cerfs particuliers (*Cervus Falconeri*, *verticornis*, *Suttonensis*), des Carnassiers (*Ailurus*, *Hyænarctos*), l'*Ursus Arvernensis*. M. Newton (1) y indique en outre deux molaires d'*Elephas meridionalis* (qui serait ici plus ancien que dans aucun autre gisement du continent) et c'est aussi de ce niveau que proviendrait la problématique molaire nommée par Owen *Equus plicidens*, dont l'authenticité est des plus douteuses. Dans son ensemble, la faune des Mammifères du Crag rouge inférieur (nodule beds) est très voisine de la faune ancienne de Perpignan et de Montpellier, notamment par la persistance de genres archaïques comme l'*Hipparion* et l'*Hyænarctos*.

Le Crag rouge supérieur (*Scrobicularia Crag*) du Suffolk, à faune plus arctique, passe latéralement vers le nord dans le Norfolk au crag fluvio-marin ou *Norwich Crag* qui contient avec les mêmes Mollusques arctiques, des coquilles d'estuaire et de rivière ainsi que des débris de Mammifères terrestres. On recueille à ce niveau le *Mastodon Arvernensis* associé à l'*Elephas meridionalis* et à une variété à dents larges de l'*Elephas antiquus*, l'*Equus Stenonis*, des Cerfs parmi lesquels le *Cervus ardeus* de Perrier et d'autres espèces spéciales (*C. Suttonensis*, *Falconeri*, *carnutorum*), une Gazelle, un *Bos* indéterminé, enfin le grand Castor de Saint-Prest (*Trogontherium Cuvieri*). L'ensemble de cette faune paraît tout à fait comparable à

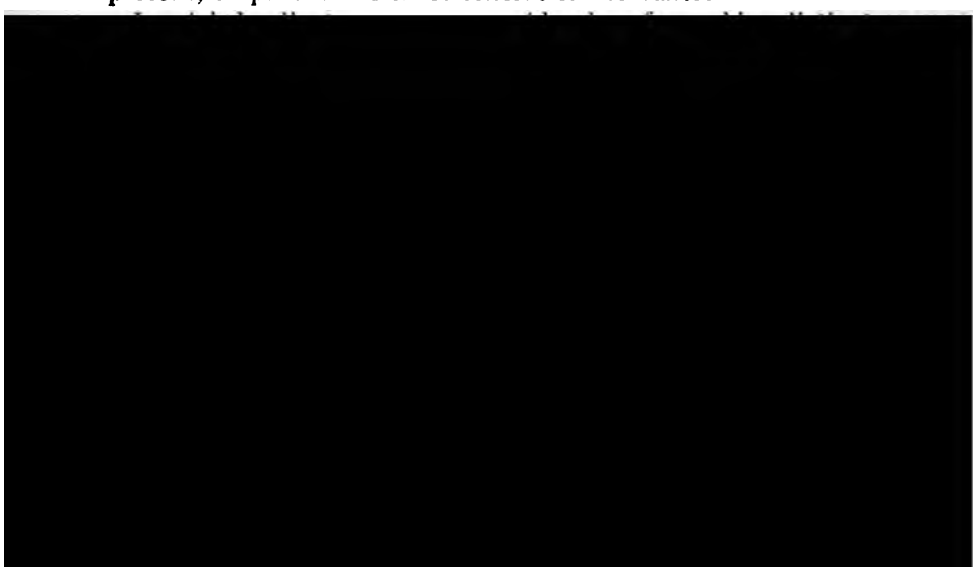
(1) Newton, *loc. cit.*

la faune pliocène supérieure de Perrier, de Chagny, de l'Astésan (sauf le *Trogontherium* qui, en France, appartient à un niveau plus élevé) et justifie l'opinion de MM. Reid et Newton qui classent le Crag de Norwich dans l'étage supérieur du pliocène.

Enfin l'horizon d'eau douce connu sous le nom de *Forest bed de Cromer* contient, au sein des couches d'estuaire avec coquilles marines arctiques qui constituent la partie moyenne de la série, une riche faune de Mammifères terrestres dont les affinités quaternaires sont déjà fortement accentuées. On y trouve, avec quelques rares espèces pliocènes, comme l'*Elephas meridionalis*, l'*Equus Stenonis*, le *Rhinoceros etruscus*, le *Cervus Etueriarum* et plusieurs espèces éteintes spéciales de Cervidés, une grande quantité de formes quaternaires, telles que l'*Hyæna crocuta*, l'*Ursus spelæus*, le Bison, l'*Elephas antiquus*, le *Trogontherium* associées avec un très grand nombre d'espèces actuelles, spécialement parmi les Carnassiers (*Canis lupus*, *Vulpes vulgaris*, *Mustela martes*, *Lutra vulgaris*, *Gulo luscus*), les Rongeurs et les Insectivores. Cet horizon du forest-bed peut donc être considéré comme un terme de passage entre le pliocène supérieur et le quaternaire et il serait peut-être préférable le rattacher définitivement à ce dernier terrain. Quoiqu'il en soit de cette question, il est certain que le forest-bed a pour équivalents sur le continent les couches de Saint-Prest, de Chalon-Saint-Cosme, de Durfort et probablement aussi celles de Solilhac dans le bassin du Puy.

3° CONCLUSIONS

En résumant les faits régionaux énumérés dans le chapitre qui précède, on peut formuler les conclusions suivantes :



2° *Une faune pliocène récente*, qui répond au pliocène supérieur ou *newer pliocene* des Anglais. Les genres archaïques ont disparu, sauf le *Mastodon* ; le Cheval (*Equus Stenonis*) remplace l'*Hipparion* ; les Bovidés apparaissent pour la première fois en Europe (*Bos elatus*) ; les Singes persistent encore en Italie, mais sont représentés par des formes voisines (*Macacus florentinus*) du Magot actuel de Gibraltar ; l'*Elephas meridionalis* apparaît et coexiste à peu près partout avec les *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni* (Italie, vallée de la Saône, Angleterre).

Outre ces différences capitales, il est facile de constater, en entrant dans le détail paléontologique, que même les types communs aux deux faunes pliocènes sont représentés dans la faune ancienne par des races moins évoluées et plus voisines des types primitifs que celles de la faune récente. Ainsi l'*Ursus arvernensis* de Perpignan a des molaires à mamelons plus simples, plus semblables à celles des Canidés que la race de Perrier ; le Rhinocéros de Perpignan et de Montpellier (*Rh. leptorhinus*) n'a pas la cloison nasale osseuse qui existe dans le Rhinocéros du pliocène supérieur (*Rh. etruscus*) et se développera davantage encore dans les types quaternaires ; le *Cervus ramosus* du Roussillon a des bois moins ramifiés que la race type de Perrier et se rapproche beaucoup du *Cervus Matheroni* du Leberon ; le *Capreolus australis* de Montpellier représente le *Capreolus cusanus* de Perrier, mais avec un bois plus simple, dépourvu d'andouiller supérieur. Ces exemples suffiront, je pense, pour démontrer l'ancienneté relative de la faune de Perpignan et de Montpellier par rapport aux faunes de Perrier, du bassin du Puy, de Chagny, etc. La superposition de ces deux faunes dans la Bresse confirme d'ailleurs ces déductions paléontologiques.

Or, au point de vue de l'*âge absolu*, les considérations développées dans la présente Note ont fait voir que la faune pliocène ancienne s'*élerait dans le midi de la France en particulier*, jusque dans les couches les plus hautes du pliocène moyen (Astien), et qu'il en était de même dans la vallée de la Saône (Trévoux) et en Angleterre (red crag), tandis que la faune pliocène récente caractérise seulement le pliocène supérieur, tel qu'il a été défini plus haut, et occupe cette position stratigraphique en Italie (Astésan, Val d'Arno), en France (Chagny), en Angleterre (Norwich Crag).

C'est aussi à ce dernier horizon et non au pliocène moyen, qu'appartient, au point de vue paléontologique, la faune de Perrier, d'Ardé, des sables à Mastodontes du Puy, du Coupet, de Vialette, malgré l'absence toute locale de l'*Elephas meridionalis*. La faune de

Sainzelles (bassin du Puy) que M. Boule a séparée de la faune des sables à Mastodontes pour en faire le type de son pliocène supérieur, ne diffère guère de celle de l'horizon de Perrier que par la présence de l'*Elephas meridionalis* et l'absence du Mastodonte, mais possède tous les autres caractères de la faune de Perrier et ne peut être considérée que comme une simple subdivision locale du même étage (1).

Quant à l'*horizon de St-Prest*, du forest-bed de Cromer, de Châlon-St-Cosme, de Durfort, de Malbattu et peut-être de Solhilac, il constitue une zone-limite entre le pliocène et le quaternaire et pourrait se réunir avec avantage à ce dernier système.

RÉPONSE A M. DEPÉRET SUR LA CLASSIFICATION DES FAUNES DE MAMMIFÈRES PLIOCÈNES ET SUR L'AGE DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES DU VELAY,

par M. **Marcellin BOULE.**

Ma réponse, à M. Depéret, que je désire faire aussi brève que possible, doit porter sur deux points : 1° sur la classification du Pliocène en général; 2° sur l'âge que j'ai attribué aux éruptions du Velay. Ces deux questions sont d'ailleurs subordonnées.

1. SUR LA CLASSIFICATION DU PLIOCÈNE.

MM. Gaudry, Lydekker, etc. M. Depéret nous montre ainsi que rien ne vaut l'emploi des termes *inférieur*, *moyen* et *supérieur* pour créer des équivoques en géologie. Il est bien vrai que M. Gaudry, dans ses *Mammifères tertiaires*, et que M. Lydekker, dans son *Catalogue des Mammifères fossiles du British Museum*, placent la faune de Perrier dans l'étage *supérieur* du Pliocène, mais cela tient à ce que ces savants ne font que *deux* divisions dans le Pliocène. Nous aboutissons à une sorte de jeu de mots.

La question mérite d'être traitée plus sérieusement et M. Depéret n'a pas manqué de le faire, dans la suite de son travail, avec la compétence que tout le monde lui reconnaît.

Les arguments invoqués par notre confrère sont tirés de l'examen des Plantes et des Mammifères fossiles. Au sujet de la Paléontologie végétale, j'ai le regret de ne pouvoir suivre M. Depéret, n'ayant aucune compétence en la matière. Au cours de mes recherches dans le Massif central de la France, il m'a semblé que je ne devais pas négliger cette source d'informations, mais mon rôle s'est borné à recueillir des matériaux d'études et à les envoyer à M. de Saporta. Je laisse à ce savant maître en paléophytologie le soin de défendre ses conclusions. Je dois dire pourtant que je ne me suis jamais basé exclusivement sur les plantes fossiles pour établir des synchronismes géologiques.

Restent les Mammifères.

Quand on les étudie comparativement dans les diverses régions de la France (1), on peut arriver à les grouper en trois faunes.

M. Depéret et moi sommes absolument d'accord, il faut bien le remarquer, sur l'ordre de succession de ces faunes, tel qu'il a été établi depuis longtemps par M. Albert Gaudry (2).

En désignant ces trois faunes par les noms des localités françaises où elles sont le mieux représentées, nous trouvons à partir de la plus récente :

1° Faune de Saint-Prest (et de Sainzelles) ;

2° Faune de Perrier (et des sables de Mastodontes du Velay) ;

3° Faune de Montpellier (ou de Perpignan).

Les termes successifs de cette série n'offrent pas de bien grandes

(1) Discuter les faunes pliocènes des pays étrangers à la France m'entraînerait beaucoup trop loin. Je ne puis cependant m'empêcher de faire remarquer, en ce qui concerne l'Italie, que les idées des géologues italiens les plus compétents sont fort différentes des idées exprimées par M. Depéret (Cf. notamment Stefani : *Terr. tert. supérieurs du bassin de la Méditerranée*).

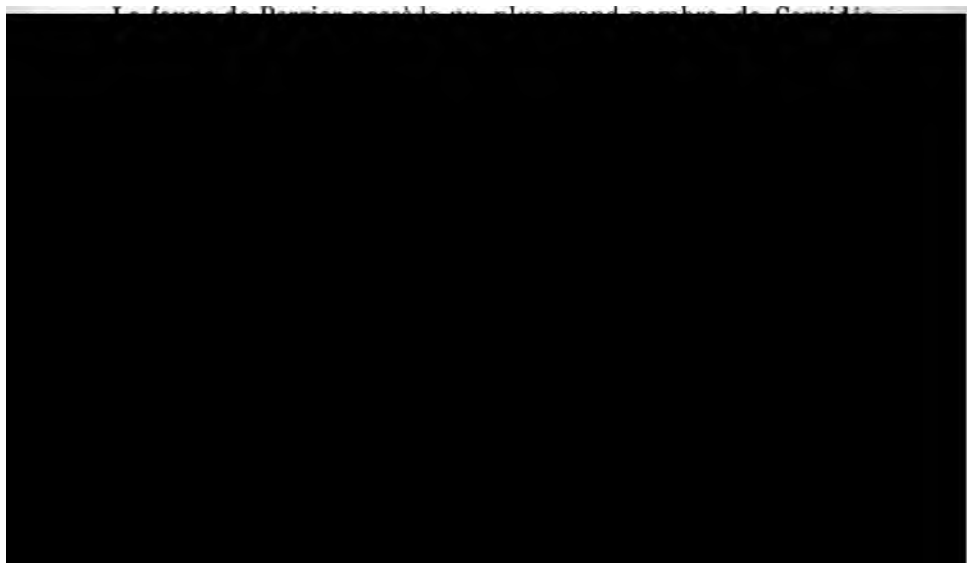
(2) Mammifères tertiaires.

différences et ils se relient étroitement les uns aux autres par un certain nombre de gisements, sur l'attribution desquels il serait oiseux de discuter, les associations d'espèces y présentant des caractères intermédiaires.

La plus ancienne des trois faunes que nous prenons comme types de comparaison (Montpellier ou Perpignan) conserve encore quelques caractères miocènes, puisqu'elle renferme des espèces appartenant aux genres *Hyœnarctos* et *Hipparion*, mais elle est franchement pliocène par la présence des *Mastodon arvernensis* et *M. Borsoni*, ainsi que par l'abondance des genres actuels : *Canis*, *Hyœna*, *Ursus*, *Hystrix*, *Lepus*, *Tapirus*, *Sus*, *Gazella*, *Cervus*, etc.

La seconde (celle de Perrier, dans le Puy-de-Dôme, de Vialette, dans la Haute-Loire) est dépourvue, jusqu'à présent, des genres archaïques que je viens de signaler, ce qui doit nous porter à la considérer comme plus jeune que la première. Mais à mon avis, elle ne s'écarte pas de celle-ci autant que le croit M. Depéret. Presque tous les genres, je pourrais peut-être dire tous les genres qui se trouvent à la fois à Perpignan et en Auvergne, y sont représentés par les mêmes espèces.

M. Depéret trouve, il est vrai, que les races du Roussillon présentent parfois certains caractères plus primitifs que les races d'Auvergne. Mais ces caractères, souvent difficiles à saisir, sont encore plus difficiles à interpréter. Et d'ailleurs je puis répondre que c'est parfois l'inverse qui a lieu. De l'avis même de M. Depéret (1), le Renard d'Auvergne connu sous le nom de *Canis megamastoides* et que j'ai décrit longuement (2) est plus voisin des types primitifs de Canidés que le *Vulpes Donnezanni*, de Perpignan, beaucoup plus semblable aux Renards actuels.



D'ailleurs, quand on interprète les différences présentées par deux gisements de Mammifères, surtout deux gisements pliocènes, on agirait prudemment, je crois, en tenant compte de deux faits : le premier, c'est la répartition géographique et topographique des animaux. N'est-on pas quelque peu autorisé à croire que les plaines basses et chaudes du Roussillon ont pu être habitées, à l'époque pliocène, par une faune un peu différente de celle qui fréquentait les pentes montagneuses et déjà refroidies du Mont-Dore ?

Ne voyons-nous pas, par exemple, deux gisements relativement voisins et paraissant tout à fait synchroniques, celui de Perrier, dans le Puy-de-Dôme, et celui de Vialette, dans la Haute-Loire, présenter des différences curieuses au point de vue des Cervidés? Tandis que les espèces de ce groupe pullulent en Auvergne, elles sont très rares dans le Velay. Ce fait est évidemment lié à des circonstances topographiques ou à des circonstances particulières de gisement plutôt qu'à des différences d'âge.

Un autre danger est de s'appuyer sur des arguments négatifs qui ne résistent pas toujours aux découvertes de l'avenir. M. Depéret me permettra de lui rappeler que, dans sa thèse sur le Roussillon (p. 123), il a donné comme preuve de l'antériorité de la faune de Perpignan par rapport à celle du Val d'Arno, l'absence des genres *Ursus*, *Canis*, *Mustela*, *Castor*, *Hystrix*, *Lepus*. Or, depuis 1885, les persévérantes recherches de M. le Dr Donnezan ont enrichi la faune pliocène du Roussillon des genres *Ursus*, *Canis*, *Hystrix*, *Lepus*. Le genre *Castor* y a été signalé et je ne serais pas étonné qu'un jour ou l'autre M. Depéret ne trouvât, dans un envoi de M. le Dr Donnezan, des débris de *Mustela*.

Revenant aux faits positifs, nous constatons que si la faune de Perpignan, c'est-à-dire la première faune pliocène, présente quelques traits indéniables de plus haute antiquité que les faunes de Perrier ou de Vialette, elle se lie étroitement à ces dernières par un très grand nombre de formes communes, abondamment répandues dans les deux pays.

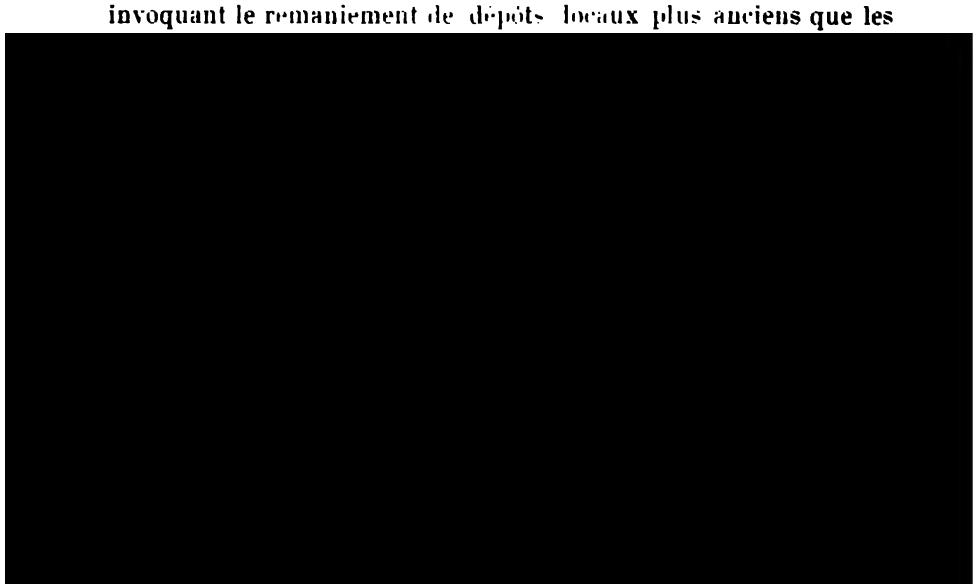
La troisième faune, dite de Saint-Prest, est, à mon avis, la plus mal connue. Je n'admets guère son assimilation absolue avec celle du *Forest-bed*, qui comprend un mélange d'espèces sur lequel les géologues anglais ont beaucoup discuté et discutent encore. La faune du Forest-bed paraît, comme celle de Solilhac dans le Velay, réaliser une transition bien intéressante entre la faune supérieure du Pliocène et la faune la plus ancienne du Quaternaire, de Chelles, par exemple.

Quoiqu'il en soit, la faune de Saint-Prest et, si l'on veut, de Sainzelles, dans la Haute-Loire, s'écarte de la faune du Perrier ou de Vialette, de la même manière que celle-ci s'écarte de la faune de Perpignan, c'est-à-dire par l'absence de certains genres et de certaines espèces : *Mastodon arvernensis*, *Mastodon Borsoni*, *Tapirus arvernensis*, *Palæoreas tortuosus*, *Gazella borbonica*, *Antilope ardea*. D'autres genres existent encore, mais sont représentés par des espèces différentes. Quels que soient les noms sous lesquels on les désigne, il est certain qu'il y a, dans la faune supérieure, un Rhinocéros différent du Rhinocéros des sables d'Issoire ou du Puy. Les *Hyæna*, les *Canis*, les *Machairodus* ne sont pas les mêmes.

Le cheval le plus répandu est une forme notablement différente de l'*Equus Stenonis* type. Les Cervidés prennent un développement, présentent une variété de formes, atteignent des tailles inconnues jusqu'à ce jour. En passant de la faune des Sables à Mastodontes du Velay ou du Puy-de-Dôme, à la faune de Saint-Prest on assiste à un changement dont l'importance me paraît égale à celui qui signale le passage de la première à la seconde faune pliocène.

Mais, m'objecte M. Depéret, il y a des localités où l'on a trouvés associés les Eléphants et les Mastodontes? J'ai vu avec plaisir que M. Depéret avait abandonné, depuis sa communication orale, cet argument en ce qui concerne le Plateau central, *où le fait n'a jamais été constaté*.

En dehors du cadre de mes recherches personnelles, les gisements où se présente cette association pourraient être discutés. Non-seulement on pourrait montrer que les références sont contradictoires, mais encore il serait facile de faire le procès de ces gisements en invoquant le remaniement de dépôts locaux plus anciens que les



[redacted]

Donc, j'admets parfaitement que certains gisements puissent présenter à la fois des Mastodontes et des Eléphants.

Cela prouve simplement que ces gisements sont intermédiaires à ceux des localités que nous prenons comme termes de comparaison et nullement qu'ils en soient contemporains.

L'avenir multipliera certainement plus tard ces termes de passage et montrera, bien plus qu'aujourd'hui, ce qu'il y a de brutal dans notre manière de dichotomiser ou de trichotomiser la série des phénomènes géologiques qui ont eu lieu dans un temps donné.

En attendant, et pour conclure, on peut admettre, avec M. Depéret, le groupement des divers gisements de Mammifères fossiles en trois niveaux marqués par les faunes d'un certain nombre de localités bien étudiées.

Ceci établi, il me paraît naturel de dire : la faune la plus ancienne caractérisera le Pliocène inférieur ; la faune moyenne, le Pliocène moyen et la faune la plus récente le Pliocène supérieur.

M. Depéret admet, au contraire, le groupement suivant :

Pliocène supérieur (1)	*b.* Faune supérieure (de Saint-Prest) *a.* Faune moyenne (de Perrier).
Pliocène moyen Pliocène inférieur	Faune inférieure (de Perpignan).

Ainsi, pour le savant professeur de Lyon, la première faune caractérise à la fois le Pliocène inférieur et le Pliocène moyen. Les deux autres faunes ne correspondent qu'au Pliocène supérieur.

Cette classification est d'autant plus inattendue, qu'elle cadre fort mal avec les idées que son auteur a émises sur la durée relative des diverses époques du Pliocène. Dans diverses publications, et aujourd'hui même dans la note qu'on vient de lire, mon honorable contradicteur a insisté sur la disparité qu'il y aurait, d'après lui, entre la durée des étages inférieurs du Pliocène par rapport à l'étage supérieur. J'aurai l'occasion de revenir sur ce point. Mais, pour le moment, on voudra bien m'accorder que la façon dont M. Depéret distribue les faunes pliocènes est en opposition avec ses idées sur la chronologie comparée des étages. Comment s'expliquer, en effet, cette succession de *deux* faunes dans le Pliocène supérieur alors que le Pliocène inférieur et moyen réunis, *dont la durée aurait été beaucoup plus longue*, n'en renferment qu'*une*. Pourquoi l'évolution des Mammifères aurait-elle été insensible pendant la plus grande partie des

(1) J'évite, autant que possible, pour le moment et afin de ne pas amener de confusion dans l'esprit des lecteurs, l'emploi des termes *Plaisancien*, *Astien*, *Sicilien*, etc.

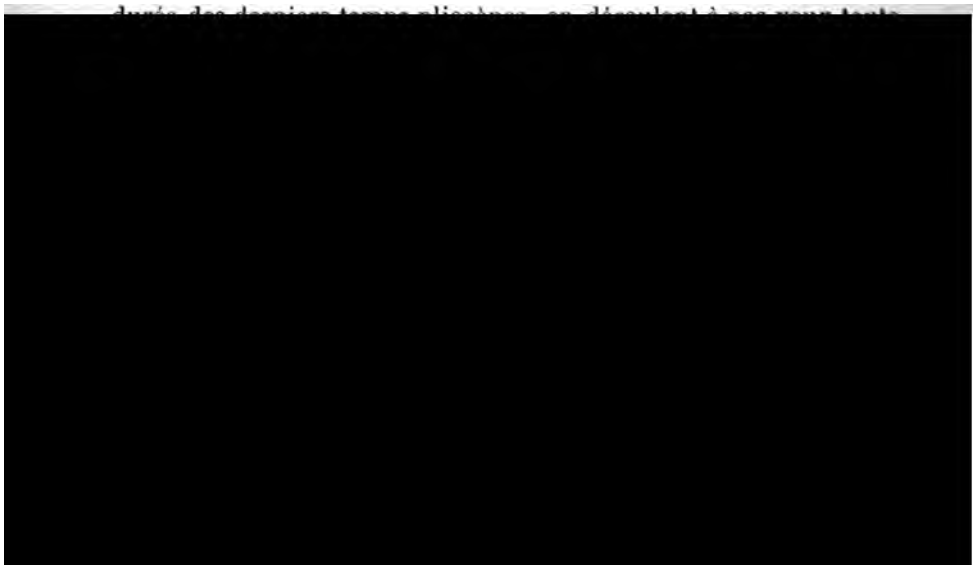
temps pliocènes pour acquérir, tout à coup, vers la fin de la période, une accélération aussi rapide ?

Cette hypothèse est-elle absolument gratuite ? M. Depéret la base sur des faits d'ordre paléontologique et sur des faits d'ordre stratigraphique.

Il croit que la faune inférieure de Mammifères pliocènes diffère beaucoup plus de la faune moyenne que celle-ci ne diffère de la faune supérieure. Cette impression, que M. Depéret a retirée de ses premiers travaux de paléontologie sur le Roussillon, alors que les documents exhumés des couches pliocènes de cette région étaient peu nombreux, il l'a conservée, mais j'ai déjà insisté sur ce point que, dans l'état actuel de nos connaissances, la faune de Vialette ou de Perrier doit être considérée comme située, en quelque sorte, à égale distance de la faune de Perpignan et de la faune de Saint-Prest ou de Sainzelles.

M. Depéret s'appuie en outre sur l'examen du faciès marin du Pliocène, dont je dois à mon tour dire quelques mots.

Les formations marines du Pliocène les plus répandues ont été rapportées au Pliocène inférieur et au Pliocène moyen par les personnes qui admettent trois étages dans le Pliocène et au Pliocène inférieur (*Older Pliocene*), par les personnes qui n'en admettent que deux. Le Pliocène d'eau douce, qui vient souvent au-dessus dans les bassin marins, a été regardé comme une quantité relativement peu importante parce qu'on ne lui connaissait pas ou qu'on connaissait mal ses représentants marins. Mais c'est là une façon quelque peu arbitraire d'interpréter les choses et nous avons pu voir, dans nos excursions, que c'est précisément le privilège du Massif central de la France de nous montrer l'importance de la



français réunis est parfaitement établie par les observations faites depuis de longues années à Montpellier (1) où les mêmes espèces se rencontrent à la base et au sommet de la série marine. A Perpignan, la belle faune recueillie avec tant de soins par M. le Dr Donnezan se trouve même au-dessus des dernières couches marines.

Mais allons en Italie, où se trouvent les formations marines classiques du Pliocène. Là, non-seulement les dépôts marins renferment la plupart des espèces de Perpignan, ils renferment aussi les espèces de la seconde faune pliocène, de la faune moyenne, celle de Perrier. M. Forsyth major, un des savants les plus compétents en la matière, qui a publié de beaux travaux sur les Mammifères pliocènes de l'Italie et qui a fait lui-même des fouilles en diverses localités, est tout à fait affirmatif. Voici la traduction littérale d'un passage d'une de ses notes (2)... « Actuellement aucun doute ne saurait subsister. Les couches marines littorales du Pliocène (italien) contiennent une faune mammalogique identique avec celle de la vallée supérieure de l'Arno; l'étude des fossiles rassemblés dans les musées toscans et les fouilles que j'ai pratiquées à Montopoli, dans le Pliocène marin, entre Pise et Florence, ne sauraient laisser place à aucun doute. »

M. de Stefani (3), une autre autorité en la matière, s'exprime de la manière suivante : « Non-seulement les dépôts lacustres du Val d'Arno supérieur sont au même niveau altimétrique que les dépôts marins, mais les uns sont en communication, sans discontinuité avec les autres..... « *Le Val d'Arno était un bassin communiquant directement avec la mer; les dépôts d'un bout de la région se suivent au même niveau et sans interruption avec ceux de l'autre bout* » (4). Et plus loin : « On a prétendu que la faune des couches lacustres du Val d'Arno diffère de celle du Pliocène marin et est plus récente. Rien n'est plus faux. Toutes les espèces du Val d'Arno, et en général de tous les bassins lacustres, à peu d'exceptions près, se répètent dans les couches marines. Je dirai même que ces couches ne contiennent pas d'autres vertébrés que ceux du Val d'Arno; je ne connais pas une seule espèce qui leur soit exclusive. C'est aussi l'opinion de tous les géologues italiens récents. »

M. Depéret lui-même est obligé de convenir que la partie supé-

(1) Cf. *Viguier*. Bull. Soc. géol. de France; tableau p. 400.

(2) Extr. *Quat. Journ. of the Geol. Soc. of London*, February 1885, p. 4.

(3) Les terrains tertiaires supérieurs de la Méditerranée (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVIII, 1891).

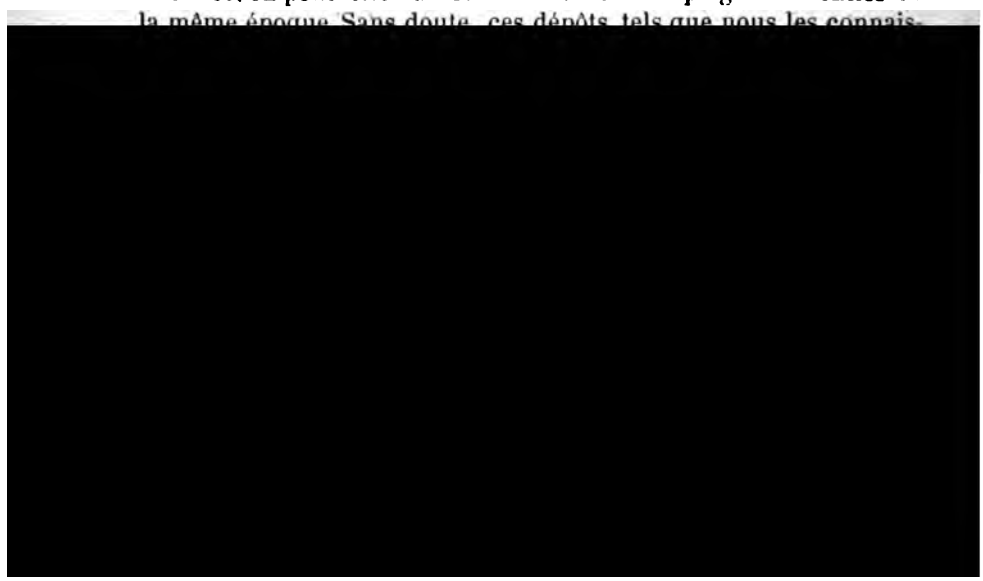
(4) Ces lignes sont en lettres capitales dans le texte de l'auteur.

rieure de la formation marine de l'Astesan, *où est pris le type de l'Astien, c'est-à-dire du Pliocène moyen*, renferme : *Mastodon arvernensis, Elephas meridionalis, Rhinoceros etruscus, Hippopotamus major, Bos elatus*, c'est-à-dire une faune identique à celle de Perrier et des sables à Mastodontes du Velay, on pourrait même dire plus jeune, puisque nous constatons ici la présence de l'Eléphant méridional, inconnu jusqu'à présent dans les gisements précités du Plateau central.

Comment expliquer cette contradiction entre les observations faites en France et en Italie? De deux manières : ou bien les synchronismes établis entre les diverses formations marines du Pliocène français et du Pliocène italien ne sont pas rigoureusement exacts, ou bien, plus simplement, la partie supérieure de l'Astien marin manque dans notre pays.

Quoiqu'il en soit, en prenant à la lettre les définitions adoptées par M. Depéret lui-même, *la paléontologie nous donne le droit de synchroniser la faune de Perrier et des sables à Mastodontes du Velay avec l'Astien type du pays d'Asti.* C'est là une conclusion positive qui permet à elle seule de clore la discussion.

Quant aux formations marines contemporaines de la faune supérieure ou de Saint-Prest, nous les connaissons en divers pays, où elles sont partout caractérisées par la présence d'espèces froides, dont l'arrivée coïncide avec les changements des faunes mammalogiques. Ce sont, en Angleterre, les sables et argiles de Chillesford, qui s'intercalent entre le Crag rouge et le Forest-bed; en Belgique, ce sont les sables supérieurs d'Anvers, sur lesquels M. Van den Broeck vient de faire paraître une belle étude (1); sur les bords de la Méditerranée, on peut citer un certain nombre de plages anciennes de la même époque. Sans doute, ces dépôts, tels que nous les connais-



1° à Montpellier (ou à Perpignan) ; 2° à Perrier, dans le Puy-de-Dôme (ou à Vialette, dans la Haute-Loire) ; 3° à Saint-Prest, près de Chartres (ou dans plusieurs gisements des environs du Puy).

Je reconnais également que des faunes intermédiaires à celles prises comme termes de comparaisons peuvent se rencontrer dans d'autres gisements.

Mais je crois que, au lieu de grouper ces faunes comme le fait M. Depéret, il vaut mieux, dans l'état actuel de la science, et à l'exemple de M. de Lapparent (1), les considérer comme caractérisant chacune un niveau du Pliocène, savoir :

La faune de Saint-Prest, le *Pliocène supérieur* (*Sicilien*) ;
La faune de Perrier, le *Pliocène moyen* (*Astien*) ;
La faune de Montpellier, le *Pliocène inférieur* (*Plaisancien*).

Dès lors, il y aurait lieu de se demander si le Pliocène marin français correspond bien à l'ensemble du Plaisancien et de l'Astien d'Italie, puisque à Perpignan et à Montpellier la faune ancienne se trouve dans les couches supérieures et même au-dessus de ces couches aussi bien que dans les couches inférieures.

Les personnes connaissant les difficultés qu'éprouvent les géologues spécialistes pour distinguer les divers horizons du Pliocène marin et qui sont au courant des opinions si divergentes émises dans ces derniers temps à cet égard, ne seront pas étonnées de la remarque que je viens de faire.

Il resterait maintenant à traiter une pure question d'accolade, à laquelle d'ailleurs, comme je l'ai dit au Puy, toute la présente discussion peut se ramener.

Cette question, je l'avoue, me laisse assez indifférent. Si l'on supprime du Pliocène la faune de Saint-Prest pour la placer à la base du Quaternaire, comme je l'ai fait moi-même en 1888 (2), il est évident que la faune de Perrier correspondra dès lors au Pliocène *supérieur*, mais cette faune de Perrier n'en restera pas moins synchronique des dépôts marins *astiens* du pays d'Asti.

2. SUR L'AGE DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES DU VELAY.

Dans les comptes-rendus des deux premières excursions aux environs du Puy, j'ai montré comment les sables à Mastodontes nous fournissaient les moyens de fixer une limite supérieure aux

(1) Traité de Géologie, 3e édition.
(2) Essai de Paléontologie stratigraphique de l'Homme.

éruptions anciennes des massifs du Mézenc et du Mégal ; tous les membres de la Société qui ont pris part à ces excursions ont pu constater, dans ces sables, la présence des diverses roches volcaniques de ces massifs sous forme de cailloux roulés. Il est donc évident que ces éruptions sont antérieures au dépôt des sables à Mastodontes, lesquels renferment une faune regardée par M. Depéret comme étant du Pliocène supérieur, tandis que je la considère comme du Pliocène moyen. Ce n'est donc qu'une affaire de mots et de définitions. Afin d'éviter des répétitions inutiles et même fastidieuses, je renverrai à mes comptes rendus des excursions au Mézenc l'exposé des moyens que nous avons de préciser le moment où ont commencé ces éruptions. Je reprendrai la question d'une façon toute spéciale dans une *Note sur la succession et l'âge des diverses éruptions du Velay.*

Séance du 20 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE.

La séance est ouverte à huit heures.

A propos du passage du procès-verbal de la dernière séance, où il est dit que les divergences entre M. Boule et M. Depéret concernant l'âge des sables à Mastodontes se réduisent à une question d'accolade, M. **Depéret** fait remarquer que la question a plus d'importance et qu'elle intéresse la géologie générale.

admirer la régularité des deux tables basaltiques formant les petits plateaux de Chadrac et de Montredon. Ces deux nappes basaltiques étaient autrefois réunies; elles appartiennent à une seule coulée, au milieu de laquelle la Borne a creusé son lit. Leur altitude (640 mètres) est inférieure de 80 mètres à celle du plateau basaltique de Rome qui les domine directement et qui date du Pliocène supérieur. La Loire coule au pied du plateau de Chadrac à la côte 595. Nous sommes donc en présence d'un bel exemple de basalte des pentes, c'est-à-dire d'un basalte ayant coulé pendant le creusement de la vallée. La nappe éruptive repose, en effet, sur une couche de gros cailloux roulés ayant plusieurs mètres d'épaisseur et représentant le cours de la Loire à l'époque de l'éruption.

A un kilomètre plus loin se trouve Corsac, propriété de la famille de M. Vinay. Déjà, en 1869, la Société géologique avait pu étudier les beaux spécimens paléontologiques recueillis par le regretté géologue du Puy. En 1893, nous avons dû à un très louable sentiment de piété filiale de retrouver intacte cette collection. Nous avons pu admirer, comme nos aînés, de très nombreuses empreintes végétales des arkoses éocènes, une belle série de Mammifères et de Reptiles de Ronzon, de magnifiques mâchoires de *Mastodon Borsoni*, provenant de Vialette, beaucoup de débris de Mammifères de Ceyssaguet, parmi lesquels une canine de *Machairodus*, des ossements complets de Renne trouvés au pied du plateau de Montredon, etc. La Société a retrouvé à Corsac, auprès des enfants de M. Vinay, Mme Boyard et M. Terra, le cordial accueil, la charmante hospitalité de 1869, et c'est de grand cœur que nous avons accepté une invitation nous permettant de boire au souvenir de M. Vinay et à la santé de son excellente famille.

Nous sommes maintenant dans la vallée de la Loire, dont les flancs sont formés par les dépôts lacustres oligocènes couronnés de basalte. Ces dépôts consistent principalement en argiles sableuses bariolées, avec quelques lits marneux à leur partie supérieure. De grandes surfaces dénudées, des ravins creusés par les eaux sur les flancs des collines de Doue, Brunelet, Fay-la-Thioulière, laissent voir de loin le pendage des couches, qui a lieu en sens inverse de celui que nous avons observé le premier jour dans le ravin de Vals. Dans le bassin du Puy, comme dans celui de la Limagne d'Auvergne, les couches oligocènes, dénivelées par les mouvements orogéniques du Miocène supérieur, sont disposées suivant un synclinal à grand rayon de courbure, comme le montre la fig. 11.

A Brives, nous traversons la Loire et à peine sommes-nous arrivés sur la rive droite que nous constatons la présence du granite. L'Oligocène est séparé de cette roche par un lambeau d'arkoses et de psammites que nous retrouverons tout à l'heure à Blavozy.

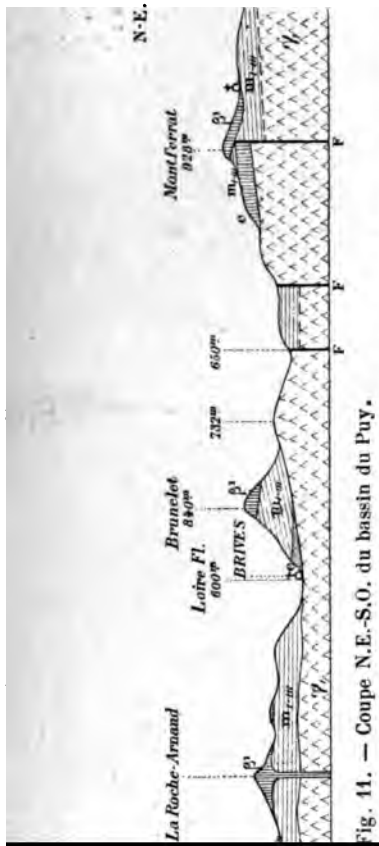


Fig. 11. — Coupe N.E.-S.O. du bassin du Puy.

Le piton basaltique de Brunelet, qui domine Brives, ressemble tout à fait aux *necks* des Iles Britanniques. Il présente, à sa base, des tufs basaltiques, avec filonnets de basalte, qui ne sont pas sans analogie avec les pépérites d'Auvergne. Malheureusement l'heure était trop avancée et nous n'avons pu voir ces tufs qu'en passant.

Un peu plus loin, nous avons observé le contact des argiles et du granite, lequel n'a pas tardé à disparaître pour faire place de nouveau aux argiles du petit bassin d'effondrement de Saint-Germain-Laprade.

Arrivés à Blavozy, nous avons coupé une des failles qui limitent cet effondrement et nous avons atteint le granite, continuation du horst étudié la veille. Nous avons mis pied à terre pour voir les arkoses éocènes. Loin d'avoir la continuité des argiles infratongriennes, ce terrain se présente en gisements peu étendus et disséminés. Il y a discordance entre les arkoses et l'Oligocène;

De vastes carrières sont ouvertes à divers niveaux de la montagne. La pierre de Blavozy est exploitée depuis un temps immémorial. On voit, au musée lapidaire du Puy, de beaux débris de l'architecture romaine sculptés ou taillés dans l'arkose. Actuellement, les monolithes retirés des carrières sont livrés sous forme d'auges, de meules grossières ou de pierres de taille.

Remontés en voiture, nous traversons le horst granitique par une rampe assez forte et en profitant des coupures naturelles de plusieurs ravins. Nous arrivons à Saint-Etienne-Lardeyrol où commence la région volcanique du Mégal. Nous entrons maintenant dans le *pays des phonolites*.

On peut évaluer à plus de cent le nombre des montagnes phonolitiques du Velay. Ces grandes masses ont des formes variées et pittoresques qui impriment au paysage un caractère tout spécial. Ce sont le plus souvent des pics aigus, dénudés, de couleur grise, dépourvus de végétation ; il y a aussi des montagnes arrondies ou de forme pyramidale et des plateaux irréguliers bordés de grands escarpements ; ailleurs elles forment de grandes murailles toutes déchiquetées. Autant le paysage basaltique a des profils plats, réguliers, uniformes, autant le paysage phonolitique a des profils mouvementés, découpés, variés et toujours imposants. Comme les deux roches, basaltes et phonolites, sont souvent associées, il en résulte des effets merveilleux, trop peu connus des touristes. Dans la course de ce jour et des jours suivants, au Pertuis, à Queyrières, au Mégal, au Mézenc, la Société a pu voir, sous tous ses aspects, ce qu'on peut appeler le *paysage phonolitique* ; elle a pu admirer des panoramas d'une beauté grandiose, sévère et toute spéciale au Velay.

La composition chimique des phonolites de la Haute-Loire est remarquablement constante. Ce sont des roches renfermant environ 60 % de silice ; elles sont riches en soude (10 %) et relativement pauvres en potasse (3 à 4 %). La composition minéralogique est également assez uniforme. La formule suivante renferme à peu près tous les éléments :

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{ApF_{1\text{-}2}S}\ \overline{t_3P_{2\text{-}4}s_3}\ \overline{n}\ \overline{a_1o_1}\underline{P_{1\text{-}2}L}$$

Dans la plupart des cas, cette formule se simplifie beaucoup, surtout aux dépens des minéraux du premier temps, généralement très réduits. Les types les plus communs peuvent être représentés par :

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{F_1S}\ \overline{s_3}\ \underline{\overline{n}\ \overline{a_1}\ \overline{o_1}}\ \underline{P_{1\text{-}2}L}$$

ou bien :

$$\overline{\mathrm{Z}_{\mathrm{m}}} = \overline{F_1\,\mathrm{S}\,s_1\,a_1\,c_1\,\mathrm{P}_2}$$

suivant que la néphéline est présente ou absente. L'œgyrine est surtout abondante dans les variétés riches en nepheline et en lâvénite. L'augite égyrinique est le pyroxène normal des roches qui ne renferment que de la noséane. Ce dernier minéral ne manque presque jamais, soit à l'état de cristaux relativement peu volumineux, soit à l'état d'éléments ultra-microscopiques.

Nous ne tardons pas à rencontrer ces divers types de phonolite. A Lardeyrol, cette roche, dépourvue de nepheline, est presqu'exclusivement feldspathique : les lamelles aplaties d'orthose ou d'anorthose offrent des surfaces brillantes correspondant à la face g^1.

Au mont Pidgier, au contraire, le phonolite est très riche en nepheline, tandis que le feldspath est moins bien cristallisé. Aussi la roche a-t-elle un aspect plus compacte, une cassure moins lamelleuse.

Le Pidgier est une belle montagne, d'une forme très regulière. A l'Est, une apophyse ou gros filon paraît représenter le remplissage de la fissure autour de laquelle s'est amoncelée la masse rocheuse du cône.

Nous arrivons bientôt au col du Pertuis, qui sépare les montagnes phonolitiques du Rand et du Losegal. Ici la roche est riche en néphéline, œgyrine et lâvénite. Au Pertuis, le déjeûner est servi. Nous avons le plaisir d'y trouver notre excellent confrère M. Termier, qui a publié un mémoire des plus intéressants sur le Mégal et qui voudra bien faire à la Société les honneurs de ce massif.

[redacted]

massive, homogène, et l'on en peut cueillir, aux tranchées mêmes de la route, de beaux échantillons. C'est un phonolite néphélinique, à noséane peu abondante, et à pyroxène œgyrinique. Le sphène est assez répandu. La formule, dans le système de notations proposé par M. Michel Lévy, est la suivante :

$$\overline{6}\mu - \overline{F_1\,Ss_3\,nt^1\,a_1\,o_1\,P_2}$$

Beaucoup de cristaux feldspathiques du premier stade appartiennent à l'oligoclase ; les autres sont d'anorthose. La plupart des microlites feldspathiques doivent être attribués à cette dernière espèce. Les pyroxènes, presque toujours à l'état de microlites allongés, sont du deuxième stade de consolidation. L'œgyrine est exceptionnelle.

Nous avons dépassé le point 1100; et maintenant la vue s'étend bien loin sur l'Emblavès, sur l'arête granitique de Chaspinhac qui sépare les deux régions tertiaires affaissées, enfin sur la chaîne volcanique du Devès. Sous le ciel chargé d'épais nuages noirs, il semble que l'horizon soit indéfiniment reculé. Le paysage a cette teinte grise, particulière au Velay, qui convient, mieux que toute autre, aux montagnes usées et aux volcans morts. On s'arrête longtemps à regarder les buttes phonolitiques qui dominent de haut la plaine argileuse. Beaucoup, sans doute, sont en grande partie d'anciens dykes, autrefois enterrés et que l'érosion a déchaussés peu à peu. Les tables du Mont-Plaux et du Loségal semblent au contraire des débris de coulées posés sur des socles tertiaires, et l'altitude de leurs bases (environ 900 mètres) donne le niveau du pays à l'époque de la venue des phonolites. Comme beaucoup d'autres buttes isolées, la Huche Pointue, le Freysselier, le Pidgier, le Chéron, dépassent largement ce niveau, il est probable que leur partie supérieure s'est consolidée au jour par épanchement graduel et lent d'une lave visqueuse accumulée tout autour de l'orifice d'une cheminée.

Nous nous arrachons à regret à la contemplation de ce beau paysage, et nous arrivons aux *tufs phonolitiques* qui affleurent, sur la route même, au-dessus de la ferme de la Vesseyre.

Ce sont des cinérites blanches, bien stratifiées, contenant de nombreux galets, *évidemment roulés par les eaux*, de granite, de gneiss, de basalte, d'andésite, et surtout de phonolite. Beaucoup de ces galets sont de nature scoriacée. Les cailloux phonolitiques sont très altérés et s'écrasent facilement sous le marteau.

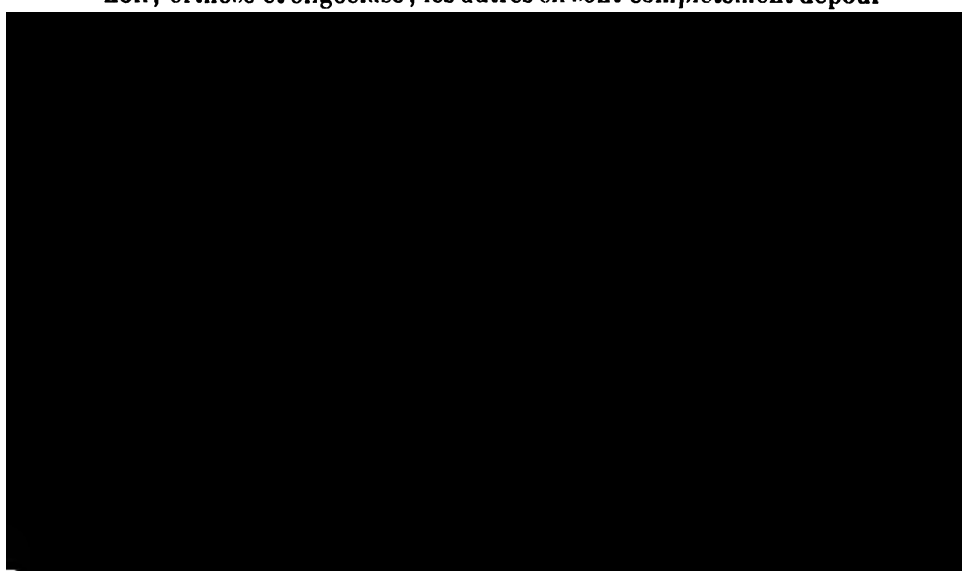
Les couches de cinérite plongent à l'Ouest, c'est-à-dire vers la

plaine, sous un angle variable. Cette inclinaison atteint 30° sur le bord de la route. Nulle part on ne peut voir les rapports de cette curieuse formation et de la coulée phonolitique qui domine la route à l'Est. Passe-t-elle dessous, comme semble l'indiquer M. Boule? Est-elle au contraire adossée à la coulée, comme je serais personnellement tenté de le croire? L'abondance des éboulis ne permettra probablement jamais de trancher la question.

M. Gosselet exprime l'avis que les tufs de la Vesseyre portent l'empreinte évidente d'un remaniement par les eaux. Ce ne sont donc pas des *tufs*, au sens strict du mot, ni des *cinérites*, mais plutôt des *conglomérats phonolitiques*.

M. Boule donne d'intéressants détails sur les caractères microscopiques de la roche. La substance qui joue le rôle de ciment est une sorte d'argile isotrope, brune, vacuolaire, imprégnée d'un corps jaunâtre donnant de petits sphérolites positifs. Dans cette argile sont englobés des cristaux d'orthose et d'anorthose, semblables aux grands cristaux des phonolites. Quant aux blocs, projetés ou roulés, la plupart sont de phonolite (d'où la couleur blanche de la roche). On voit aussi, parmi les blocs et les fragments, du mica noir, du zircon, du quartz, de l'orthose et de l'oligoclase provenant du granite. Les fragments sont tous arrondis, même les plus petits.

Beaucoup de galets phonolitiques appartiennent à une variété vitreuse, composée de microlites d'orthose ou d'oligoclase filiformes, et de cristallites de mica noir, sans pyroxène. D'autres sont de véritables *scories trachytiques*, également très vitreuses, à grandes cavités arrondies ou ovales. Certaines scories sont riches en éléments de première consolidation, fer oxydulé, apatite, amphibole, mica noir, orthose et oligoclase; les autres en sont complètement dépour-



La Société fait quelques pas en-dessous de la route, dans la direction du hameau de Valogières, pour voir un gros filon de phonolite traversant les tufs. La roche qui constitue ce filon est remarquable par l'abondance de gros cristaux d'anorthose aplatis parallèlement à g^1. Elle est friable et très décomposée en apparence, bien qu'elle montre au microscope une assez grande fraîcheur. Ce filon, dirigé Nord-Ouest, semble se rattacher vers le Sud-Est à la coulée phonolitique.

Un peu plus bas, mais toujours au milieu des tufs, apparaît un pointement de basalte. La roche est fortement altérée. Elle a les caractères des basaltes semi-porphyroïdes de la région du Mézenc, qui sont pour la plupart postérieurs aux phonolites.

Cette région de la Vesseyre et de Valogières est remarquable par le nombre des cheminées phonolitiques. C'est tout près de la Vesseyre que se trouve le gros filon du Pidgier, signalé, à très juste titre, par M. Boule, comme la racine de la montagne tout entière. A sept ou huit cents mètres au Sud-Est de Valogières, un gros dyke de phonolite affleure sur le plateau de granite. Il est probable qu'une bouche importante, peut-être celle d'où est sortie la plus grande partie de la coulée du Rand, s'ouvrait à peu de distance de l'emplacement actuel des tufs.

Pendant que nous causons de ces questions intéressantes, les voitures nous ont rejoints, et c'est au grand trot que nous descendons vers le Suc de Monac. A gauche s'élève la montagne boisée de Chanis, formée des mêmes trachytes que les carrières où nous allons. A droite s'étend une plaine basse, creusée dans les argiles oligocènes et dominée par quelques pitons basaltiques La coulée phonolitique du Mont-Plaux et la crête hardie de Monac attirent surtout les regards.

On descend de voiture à l'origine du petit sentier qui mène aux carrières de trachyte, et la Société est bientôt réunie dans la plus importante de ces carrières.

Le Suc de Monac, dont le sommet atteint l'altitude de 1024^m, est incontestablement un dyke déchaussé par l'érosion. Comme le Suc voisin de la Chapuze, et comme le Mont-Chanis tout entier, il est fait d'un trachyte très analogue aux trachytes de Queyrières, que nous verrons demain, et dont l'émission a précédé de loin celle des phonolites. La roche est massive, divisée en grands prismes verticaux, d'une couleur gris-bleuâtre dans les parties franches, passant au jaune sale par altération superficielle. Comme tous les trachytes du même âge, elle est riche en grands cristaux macroscopiques de

hornblende et de feldspath. Au microscope, l'apatite et le sphène abondent : l'oligoclase accompagne l'orthose et l'anorthose dans les deux temps de consolidation.

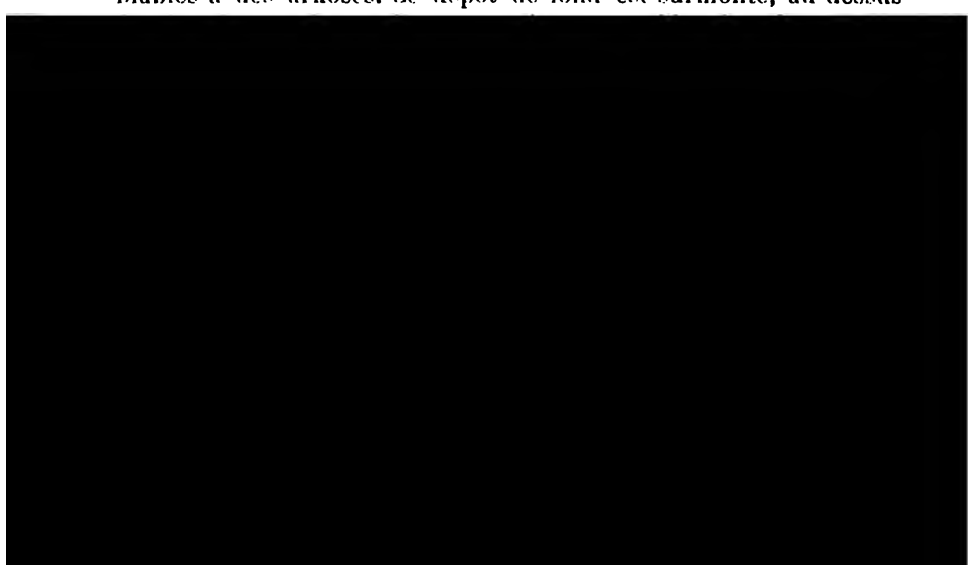
M. Boule rappelle que la composition du trachyte de Monac peut être représentée par la formule

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{1p\ S\ F_1\ A_3P_2\ t_{1\text{-}2}\ a_{1}o_1\ P_2}$$

Il signale également à la Société les recherches faites par M. Lacroix sur les nombreuses enclaves contenues dans ce trachyte. Quelques-unes de ces enclaves sont formées par des fragments de gneiss ou de granulite ; les autres, atteignant parfois plusieurs décimètres de diamètre, sont constituées par des feldspaths acides (orthose et anorthose), en grands cristaux enchevêtrés les uns dans les autres et laissant entre eux de nombreux vides polyédriques fréquemment remplis par de la calcite secondaire.

Cependant la pluie est venue. Devant l'état menaçant du ciel, plusieurs membres de la Société renoncent à la dernière partie de l'excursion, la promenade aux *argiles métamorphiques* de Saint-Pierre-Eynac, et gagnent directement Saint-Julien-Chapteuil. Les plus intrépides partent seuls sous l'averse, bientôt récompensés d'ailleurs par une éclaircie relative, qui leur permet de se sécher tout en étudiant l'une des localités les plus intéressantes du Velay.

Après avoir traversé les Sauces, nous prenons le chemin qui va de Monac à Saint-Pierre-Eynac. Sur ce chemin, l'Oligocène affleure bientôt à l'état de conglomérats à galets granitiques et gneissiques, alternant avec des argiles et des grès grossiers semblables à des arkoses. Ce dépôt de fond est surmonté, au-dessus



conservés à peu près intacts au milieu des bancs ferruginisés. Les couches grises ont une teinte bleuâtre assez prononcée ; elles sont dures et tenaces ; à l'œil nu, on y distingue des concrétions d'opale brune et de petites lamelles feldspathiques ; par endroits, la pâte est très serrée et luisante comme dans un véritable phonolite. Les couches brunes semblent résulter de la transformation latérale des niveaux les plus marneux.

Le col, où le chemin passe en tranchée, est formé de couches jaunes et de couches d'un brun noirâtre. Au sein de ces couches s'isolent quelques rognons d'opale d'une dimension exceptionnelle. Deux d'entre eux mesurent trente ou quarante mètres cubes. L'opale est blanche ou grise, plus rarement brune. A quelques mètres au Sud du col, le phonolite apparaît sous la forme d'un petit pointement entouré de tous côtés par les sédiments tertiaires. Au Sud de ce dyke, la surface du mouticule boisé qui domine la route de Saint-Julien à Saint-Pierre est couverte d'innombrables rognons d'opale isolés, par l'érosion, de l'argile sous-jacente. On y peut ramasser de beaux échantillons d'opale résinite brune.

L'étude microscopique montre que les couches grises et brunes du col de Monac diffèrent profondément des argiles vertes, jaunes ou blanches du type ordinaire. Dans la masse argilo-calcaire, on aperçoit, outre les grains de quartz et les paillettes de mica granitique, un assez grand nombre de cristaux *très frais* d'orthose, d'anorthose et d'oligoclase. *Ces cristaux ne sont pas roulés.* Ils présentent la forme allongée parallèlement à pg^1 qu'affectent habituellement les feldspaths de phonolites. Quelques-uns sont de véritables microlites, et présentent la plus grande analogie avec ceux des veinules phonolitiques dont nous parlerons tout à l'heure. Les concrétions d'opale sont nombreuses. La roche est irrégulièrement silicifiée, les parties les plus siliceuses formant des taches plus foncées, souvent visibles à l'œil nu. La feldspathisation est, au contraire, assez uniforme.

Entre le col et Saint-Pierre-Eynac, on traverse d'abord des bancs où le métamorphisme est encore très sensible, puis des bancs jaunes à peu près intacts, plongeant de 45° vers le Nord-Ouest, c'est-à-dire vers le Mont-Plaux. Saint-Pierre est bâti sur l'Oligocène intact ou l'éboulis phonolitique.

La route de Saint-Pierre à Saint-Julien rentre bientôt dans la formation métamorphique. Mais ici, l'Oligocène prend de nouveau le faciès côtier que nous avons constaté sous les Sauces : il est formé d'une alternance de conglomérats à gros galets granitiques, de grès

grossiers, de grès sableux fins et d'argiles. Les conglomérats dominent.

M. Depéret fait observer qu'en dehors du métamorphisme que l'on a déjà constaté sur un certain nombre d'assises, cet Oligocène de Saint-Pierre-Eynac présente un faciès littoral remarquable, tout à fait différent de celui que la Société a pu étudier jusqu'ici dans les environs du Puy. Il n'est guère douteux que ce faciès ne soit en relation avec la proximité du môle granitique qui limite l'Emblavès au Sud-Ouest. Dans la région de Saint-Pierre-Eynac, ce môle devait être en grande partie émergé pendant le dépôt de l'Oligocène et même former un rivage escarpé au-dessus des eaux du lac. La faille, qui a certainement rejoué après l'Oligocène, est donc probablement beaucoup plus ancienne.

Après un court échange d'observations, la Société se rallie, à l'unanimité, à l'avis de M. Depéret.

Avant d'arriver à la croix qui marque le point culminant de la route, on traverse des poudingues et des argiles plongeant au Sud-Ouest de 50 degrés. Le métamorphisme est peu sensible. Dans un banc de poudingues, M. Gosselet signale un bloc d'opale qui semble *roulé*. Bientôt les bancs changent de pente et plongent vers le Nord-Est. Un peu plus loin, au commencement de la descente, le pendage est, vers l'Ouest, d'environ 30 degrés. Ces contournements n'ont rien qui doive surprendre. La grande faille de l'Emblavès passe, en effet, à moins de cent mètres du point où nous sommes. La colline boisée qui domine la Sumène, au Sud de la route, est entièrement granitique.

C'est vers la croix que le métamorphisme reprend toute son intensité, pour ne plus cesser qu'au pont de la Sumène.

Les premiers mètres de la descente s'ouvrent dans des bancs

épaisses, de couleur rouillée, contenant de nombreux galets granitiques et de *petites concrétions d'opale*. Les bancs sont devenus durs et tenaces, parfois sonores comme la brique. Le ciment qui entoure les blocs semble un mélange d'argile verte et d'argile ferrugineuse jaune. Cette argile paraît *cuite ;* elle renferme des parties plus claires et plus dures qui s'isolent en boules grossièrement arrondies, souvent séparées du reste de la masse par des fissures garnies d'oxyde de fer. Ces nombreux vides donnent à l'ensemble une apparence scoriacée. Avec les conglomérats, alternent des bancs gréseux minces et des bancs d'argile durcie.

Au-delà du petit ravin que la route franchit en tournant vers le Sud-Est, on traverse un éboulis phonolitique provenant d'un dyke qui domine la route. La roche de ce dyke est remarquable par la rareté des cristaux anciens : c'est un magma microlitique d'orthose et de pyroxène œgyrinique d'un beau vert.

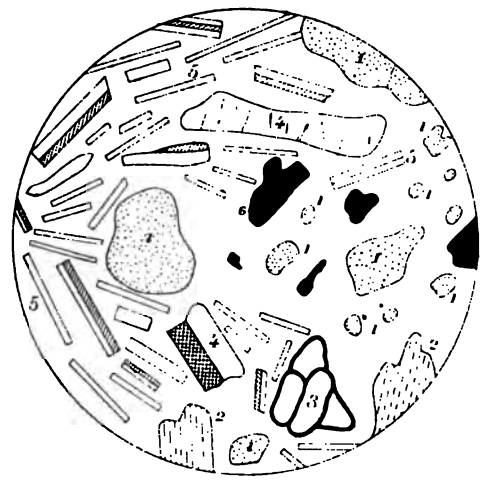


Fig. 12. — Mélange d'argile et de phonolite. — Grossissement : 80 diamètres.

1. *Quartz*,
2. *Mica noir*,
3. *Sphène*,
4. *Orthose*,
5. *Microlites d'orthose*,
6. *Produits ferrugineux*.

N.-B. — *Les interstices sont remplis par une argile impure*.

On rentre ensuite dans les conglomérats à argile cuite, en bancs presque horizontaux. A 150 mètres environ du pont de la Sumène, ces conglomérats sont tranchés par un filonnet très mince d'une roche blanchâtre, analogue au phonolite décomposé. Ce filonnet

Monac, coupant la grande route au pont du petit ravin Nord-Sud, et se dirigeant de là vers le point 782.

Les poudingues durcis et les argiles *cuites* de la route que nous venons de parcourir, ont, au microscope, des caractères assez constants. Une argile verdâtre englobe des quartz arrondis, des feldspaths granitiques plus ou moins kaolinisés, du mica noir, des débris de granite ou de gneiss. Cette argile est très chargée de limonite. L'*opale hyalitique* abonde, particulièrement autour des galets de quartz ou de feldspath. Cette opale est d'une extrême limpidité. Elle n'exerce aucune action sur la lumière polarisée. Elle se présente en masses globuliformes, entièrement semblables à celles de la hyalite (fig. 14).

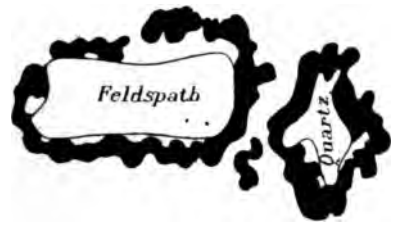
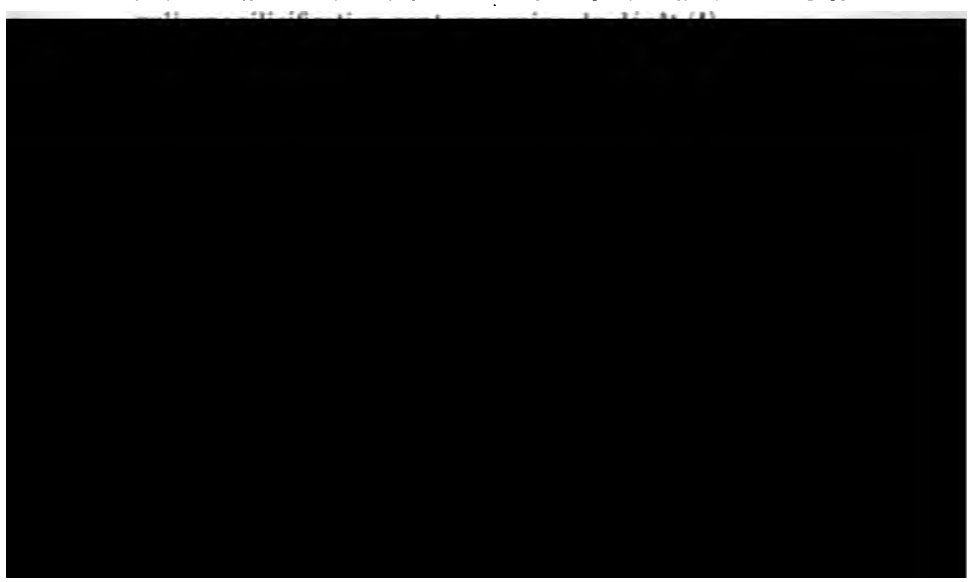


Fig. 14. — Opale hyalitique dans les poudingues métamorphiques, grossissement de 30 diamètres, nicols croisés.

L'argile intacte forme des noyaux grossièrement sphériques, entourés, eux aussi, d'un liseré d'opale. La majeure partie de la roche est constituée par une argile impure où la limonite se rassemble en longues traînées ou en amas. Au sein de cette argile impure s'isolent de petits noyaux limpides à contour arrondi. Ces noyaux limpides paraissent pour la plupart formés d'opale. Dans les fentes de la roche et autour des débris roulés, les concrétions d'opale alternent fréquemment avec des concrétions de quartz fibreux, parfois aussi des concrétions fibreuses de produit ferrugineux ou de calcite. De nombreux vides subsistent, donnant à l'ensemble une apparence vacuolaire.

La nuit est venue, quand la Société se rassemble sur le pont de la Sumène. M. Gosselet résume les observations que l'on a pu faire en traversant la formation métamorphique, et les analyses micrographiques que l'on vient de lire. Le métamorphisme n'est pas douteux : c'est, en général, une silicification (production d'opale hyalitique, de concrétion d'opale brune ou blanche, d'augite et d'amphibole, de produits serpentineux variés). Par places, c'est une véritable feldspathisation.



nomènes postérieurs à la sédimentation : durcissement des argiles, développement d'opale hyalitique et de concrétions quartzeuses ou calcédonieuses dans les vides de la roche, production de pléonaste, d'augite et de trémolite, feldspathisation régulière des argiles supérieures, enfin production dans ces mêmes argiles de cavités innombrables dont les parois ont été, plus tard, tapissées d'oxyde de fer.

Tout en discutant, on gagne le gîte, où l'on n'arrive qu'à nuit close. Grâce à l'activité de ses deux fourriers, la Société trouve à Saint-Julien-Chapteuil l'accueil le plus empressé, et, dans les meilleures conditions d'abondance et de confortable, le vivre et le couvert.

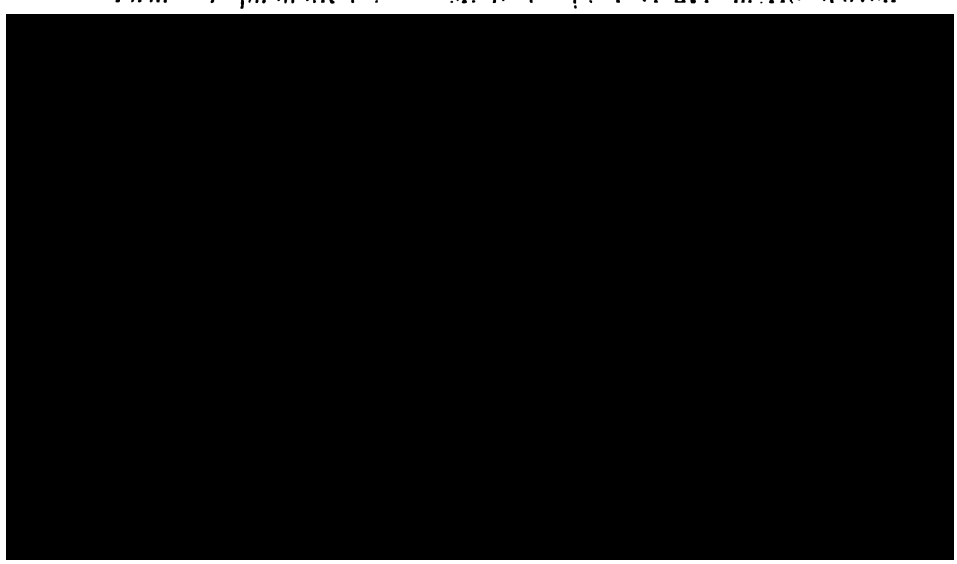
COMPTE-RENDU DE LA COURSE DE SAINT-JULIEN-CHAPTEUIL A BOUSSOULET, PAR QUEYRIÈRES ET LE MÉGAL,

par M. **P. TERMIER.**

A six heures et demie du matin, la Société monte en voiture. Le temps, incertain la veille, est d'une beauté parfaite. Dans la brume transparente qui s'exhale de la plaine, les aiguilles phonolitiques dressent des silhouettes confuses. Par les déchirures du brouillard léger, passent des cimes grises, profilées en plein ciel. Peu à peu, le rideau se lève, et les fonds apparaissent, les uns encore enténébrés, les autres déjà tout vibrants d'une lumière d'or. Et le charme est si grand, de cette matinée sereine et fraîche, que nous nous demandons tous si nous ne sommes pas pour quelque chose dans cette fête de la nature, si ce n'est pas pour nous que les vieux volcans se sont ainsi parés de verdures mouillées et de brumes blanches.

Nous gravissons lentement les pentes du Mont-Chanis, saluant de loin l'arête en dents de scie du Suc de Monac. Bientôt nous pénétrons dans la vallée de Queyrières, ouverte entre le Mont-Chanis et les dernières buttes phonolitiques du massif du Rand. A partir de Triadour, les lacets de la route se développent dans le granite, qui sert de socle au massif éruptif du Mégal. Au fond de la vallée, dans la direction de l'Est, par dessus les collines de Queyrières et les bois sombres du Villaret, le Mégal lui-même se lève, encore empanaché de nuages.

[redacted]



diffère point essentiellement de la roche encaissante, qu'elle est identique aux variétés bulleuses que l'on verra tout à l'heure à Queyrières, et qu'en tout cas elle diffère profondément des phonolites.

M. Marcel BERTRAND demande à ce propos quelle est *la définition du phonolite.*

M. MICHEL-LÉVY répond que le caractère essentiel du phonolite est la présence d'un feldspathide au moins, mais qu'il y a d'ailleurs d'autres caractères, comme l'aplatissement des microlites d'orthose ou d'anorthose, la nature sodique du pyroxène, la compacité de la pâte. M. TERMIER ajoute qu'aucun de ces caractères ne se rencontre, dans la roche de la butte au Sud de Queyrières, au même degré que dans les phonolites. Cette roche est certainement un trachyte.

Nous arrivons à la jonction de la route et de la coursière qui vient des Drayes. Ce chemin passe à un petit col ouvert entre la butte trachytique que nous venons de contourner et la colline où se groupent les maisons du village. Les roches n'affleurent pas à ce col. M. Boule estime qu'il est creusé dans le trachyte, et qu'ainsi il n'y a aucune solution de continuité entre les roches du Mont-Chanis et les trachytes bulleux du village. J'incline plutôt à croire que le basalte inférieur monte jusqu'au col.

Quoi qu'il en soit, c'est au droit de ce col que l'on voit affleurer, dans les traversées de la route, la coulée de basalte inférieur (β_{II}). Le basalte est noir, assez altéré. On n'en voit guère qu'une dizaine de mètres d'épaisseur, mais son substratum n'apparaît point. La roche franche alterne avec des brèches et la disposition en coulée est évidente. Ce basalte est remarquablement feldspathique, comme les vieux basaltes du Mézenc.

En suivant la route, la Société peut voir cette coulée de basalte passer *sous les trachytes* bulleux qui portent le village. Le basalte est donc nettement antérieur au trachyte. C'est tout ce que l'on peut affirmer touchant son âge, et son attribution au Miocène n'est que pour fixer les idées.

Le village de Queyrières repose tout entier sur un trachyte bulleux et scoriacé. Les coulées les plus basses, qui sont nettement superposées à la coulée de basalte, plongent comme celle ci vers le Sud. Quand on a dépassé le petit chemin qui monte à l'église, on voit les coulées trachytiques plonger en sens inverse. Dans le village même, elles semblent partout horizontales. On peut les suivre vers le Nord jusqu'à l'auberge Soulas. Un peu plus loin, elles repo-

sent sur le granite qui remonte doucement jusqu'à Raucoules. J'ai émis, en 1890, l'opinion que la cheminée d'émission du trachyte était située sous l'emplacement même du village.

La roche, très bulleuse, est généralement grise, quelquefois rougeâtre. Elle alterne avec des brèches rouges ou violettes, formées d'un tuf grossier rempli de débris de trachyte. Dans le haut du village, sous l'église, la roche prend une apparence phonolitique.

La composition moyenne peut être représentée par la formule :

$$\mathfrak{T}_2 \; - \; \overline{Ap\ F_1\ o_1\ t_1\ P_4}.$$

L'apatite est remarquablement abondante, et presque toujours chargée d'inclusions et polychroïque. L'augite est grisâtre. Les microlites d'oligoclase sont très répandus. Quelquefois l'amphibole apparaît, mais le plus souvent elle est complètement ferruginisée. M. Boule a signalé des microlites d'œgyrine dans certaines variétés. Il y a beaucoup de matière vitreuse.

Le trachyte de la butte au Sud du village de Queyrières a une composition peu différente :

$$\mathfrak{T}_2 \; - \; \overline{Ap\ SA_3\ F_1\ P_2\ t_1\ a_1\ o_1\ P_{2\text{-}4}}.$$

Par la nature œgyrinique de la plupart de ses pyroxènes, ce trachyte se rapprocherait des phonolites ; de même, par l'abondance du sphène. Mais l'abondance de l'apatite, de l'amphibole, de l'oligoclase, enfin l'absence des feldspathides, ne permettent plus d'hésiter sur le diagnostic.

Arrivée au centre du village de Queyrières, la Société se trouve au pied de la butte pittoresque qui porte le Calvaire. Cette butte est formée d'une lave noire extrêmement compacte, de nature

dans cette direction du Nord-Ouest. Or, dans cette même direction, au milieu des champs, on voit affleurer un dyke de la même roche, dyke qui est un prolongement évident de la butte du Calcaire.

La discussion s'ouvre au sommet, où sont montés un certain nombre de membres, et se continue au pied du Calvaire. La plupart sont frappés de l'allure filonienne de la butte, de ce fait que les prismes, qui divergent magnifiquement du sommet à la base, sont disposés symétriquement par rapport au plan vertical d'allongement du monticule. L'hypothèse d'un débris de coulée paraît peu vraisemblable ; et la majorité se rallie à notre opinion, que la butte est un culot déchaussé par l'érosion, et que la lave noire est montée par une cheminée ouverte comme à l'emporte-pièce à travers les nappes trachytiques.

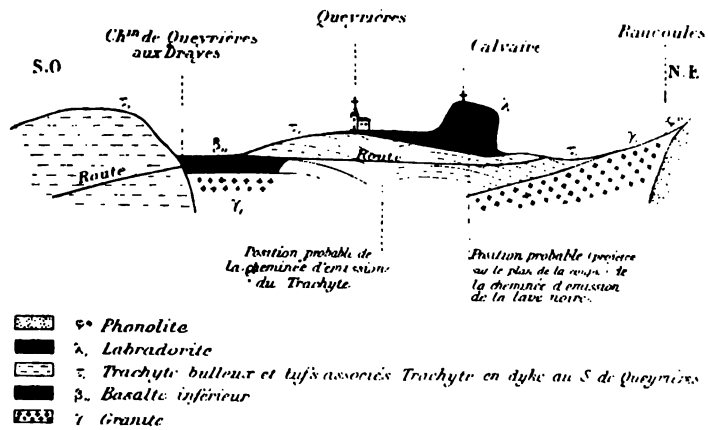


Fig. 15. — Coupe S.-O.— N.-E. par le village de Queyrières.

La figure 15 donne la coupe de la colline de Queyrières, précisément suivant l'itinéraire parcouru par la Société.

On se remet en marche sur la route d'Araules, qui s'élève doucement vers Raffy. Devant nous, sur le socle granitique que nous foulons encore, s'étagent des coulées noirâtres, épaisses d'au moins cinquante mètres, couronnées par les nappes de phonolite du point 1380. Nulle part, dans le Velay, on ne peut voir de plus bel exemple d'une coulée phonolitique.

C'est au grand tournant de la route, à l'endroit d'où l'on aperçoit pour la dernière fois le village de Queyrières, que nous atteignons la base des coulées noirâtres. Elles reposent, en contre-bas de la

route, sur des coulées trachytiques formées d'une roche identique à celle de la butte au Sud de Queyrières. Cette roche affleure dans un petit monticule à droite de la route. Entre les coulées trachytiques et les roches noirâtres, il y a une coulée grisâtre, d'un type intermédiaire, que j'ai décrite comme formée d'une trachy-andésite.

Les coulées noirâtres sont longuement coupées par la route d'Araules, et la Société peut les étudier à loisir dans des tranchées relativement fraîches. A l'œil nu, la roche est compacte, d'un gris rougeâtre ou brunâtre dans les coulées inférieures, d'un gris de fer passant au noir dans les coulées supérieures. On ne voit pas, ou presque pas de grands cristaux (feldspaths). Les coulées alternent avec des brèches rouges très semblables aux brèches basaltiques.

Au microscope, les coulées inférieures sont des *andésites micacées et augitiques*, riches en orthose de deuxième consolidation, et se rapprochant parfois de certains trachytes supérieurs du Mézenc. La fluidalité est peu sensible. Les microlites sont assez gros, très enchevêtrés, et forment un feutrage homogène. Les coulées supérieures sont plus basiques : le mica y est moins abondant ; l'orthose est rare ; la fluidalité est manifeste ; les microlites sont très fins et quelques-uns sont attribuables au labrador.

Les grands cristaux feldspathiques appartiennent presque tous au labrador. La hornblende est fréquente, mais généralement ferruginisée.

La teneur en silice dépasse 50 0/0 dans les nappes les plus basses, au contact de la trachy-andésite ; elle descend à 46 0/0 dans les coulées supérieures.

Au col de la Jame, point culminant de la route de Queyrières à Araules, les coulées sont tranchées par un gros dyke de phonolite qui forme une butte boisée sur la droite de la route. Ce phonolite

clase, d'augite et d'olivine. Le fer oxydulé est très abondant. La teneur en silice ne dépasse pas 39 0/0.

Du haut de la butte de la Jame, on embrasse d'un seul coup d'œil la stratigraphie du massif du Mégal. On voit les coulées d'andésite se relever vers le Nord, sous la ferme de Couquet, et supporter directement la coulée phonolitique du point 1353 sans interposition de basalte porphyroïde. Du côté du Sud, la continuité de ce dernier

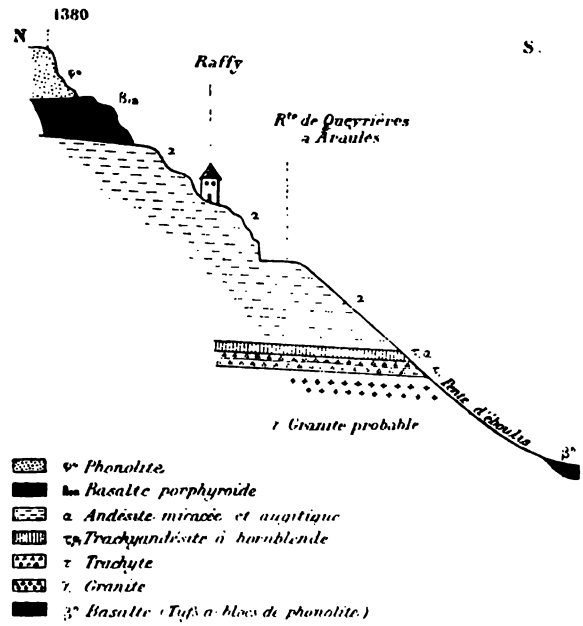


Fig. 16. — Coupe N.-S. par le hameau de Raffy.

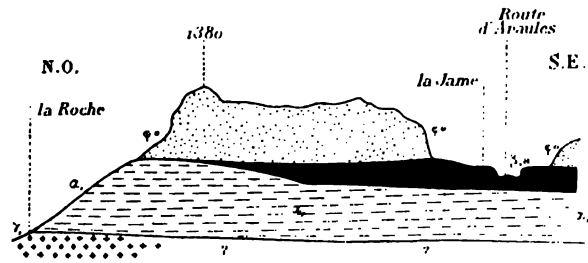


Fig. 17. — Coupe N.-O. par le col de la Jame.

basalte est masquée par l'abondance des éboulis phonolitiques ; mais il ne semble douteux à personne que les coulées du plateau

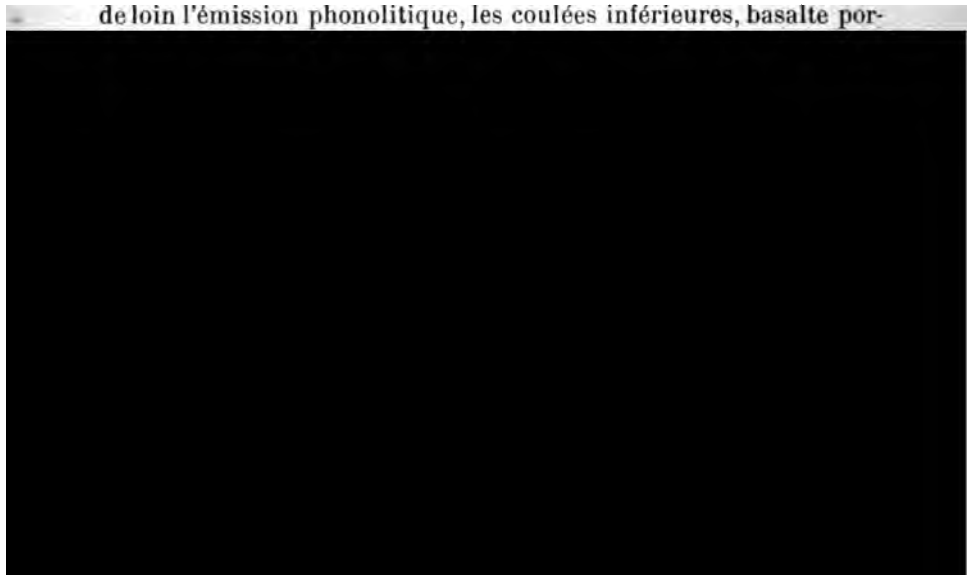
coté 1297 (basalte porphyroïde) ne correspondent à celle de la Jame et ne passent sous les phonolites du Mégal. La figure 16 donne la coupe complète des éruptions dans la région que nous venons de traverser.

La figure 17 est une coupe à peu près perpendiculaire à la précédente passant par la ferme de la Jame. Les phonolites du point 1325 appartiennent évidemment à la même coulée que ceux des points 1380 et 1353. Or, il n'y a aucune solution de continuité entre les phonolites du point 1325 et ceux qui constituent le sommet même du Mégal.

A travers la jeune forêt de pins, dans les genièvres et les myrtilles encore chargées de toute la pluie de la veille, sur les sentiers détrempés et glissants, ou sur les éboulis instables, la Société se hâte vers la cime du Mégal. La course a été longue, et déjà il se fait tard. Ce n'est qu'à onze heures que les ascensionnistes sont réunis sur l'étroit plateau, à 1438 mètres d'altitude, en face d'un panorama merveilleux.

Devant nous s'ouvre la vallée de Récharenges, qui sépare les coulées du Mégal de celles du Lizieux. Les deux plateaux phonolitiques sont à la même hauteur. Vers le Nord, en face d'Araules, les phonolites du Lizieux reposent sur des basaltes porphyroïdes identiques à ceux de la Jame. Il semble évident que Mégal et Lizieux ne formaient autrefois qu'une seule et même coulée. Entre les deux cimes principales, à peu près au-dessus de Récharenges, cette coulée avait son épaisseur maximum (environ 200 mètres).

Avant l'éruption des basaltes semi-porphyroïdes (β^6) qui ont suivi de loin l'émission phonolitique, les coulées inférieures, basalte por-



La figure 18, qui est une coupe du Mégal au Lisieux, résume les descriptions précédentes.

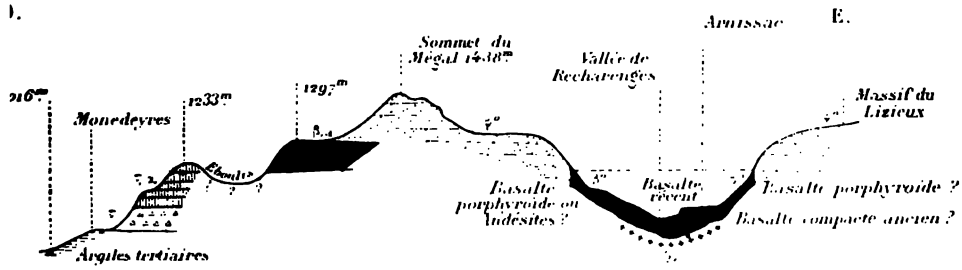


Fig. 18. — Coupe du Mégal au Lisieux. (Légende de la fig. 16).

M. Marcel BERTRAND demande quelle preuve on a de la postériorité des coulées basaltiques du fond de la vallée de Récharenges à l'émission phonolitique, et comment ces basaltes récents (3^p) se distinguent des basaltes anciens figurés sur la carte aux environs d'Araules.

Je réponds que sur le versant Nord du Mégal, au grand lacet que fait la route de Queyrières à Araules sous la ferme du Servey, dans la tranchée même de la route, on voit affleurer des tufs basaltiques horizontaux, surmontés par une coulée de basalte semi-porphyroïde. Ces tufs contiennent en grand nombre des blocs projetés d'un phonolite identique à celui du Mégal. Ils reposent eux-mêmes sur des coulées tantôt compactes, tantôt semi-porphyroïdes, dont on peut suivre l'affleurement jusque sur Récharenges. Ce sont ces coulées qui forment tout le plateau de Pialleviales. Au delà du ruisseau de Bellecombe, sur la route d'Yssingeaux, *ces mêmes coulées sont plaquées* contre la butte phonolitique cotée 1143-1182.

En approchant d'Araules, on voit apparaître, sous les coulées précédentes, des basaltes noirs ou gris, beaucoup plus compactes et beaucoup plus feldspathiques. Ces laves inférieures ont tous les caractères des laves noires compactes du Mézenc, lesquelles ont précédé de longtemps la venue des phonolites : elles sont accompagnées de tufs et de brèches rougeâtres, très altérés, d'aspect ancien, dans les cavités desquels se sont fréquemment développées des zéolites. A Celles et à la Bruyère, en face d'Araules, ces coulées compactes sont surmontées d'une nappe de basalte porphyroïde, identique à celui de la Jame, et qui s'intercale entre elles et les phonolites. Enfin, on retrouve les basaltes compactes sur le versant

Est du Lisieux, et, revenant de là vers Fay-le-Froid, on les voit partout surmontés, à Foumourette, à Champclause, à Abriès, par les basaltes semi-porphyroïdes.

Il y a donc une différence d'âge très considérable entre ces derniers et les basaltes compactes. Entre leurs éruptions, se place la sortie du basalte porphyroïde et celle des phonolites. Dans la région du Mégal, il semble même s'être écoulé un temps assez long entre la venue phonolitique et l'éruption du basalte semi-porphyroïde, puisque la vallée de Récharenges a été creusée à travers la masse des coulées de phonolite Lizieux-Mégal, et à travers les laves plus anciennes, sur une hauteur d'au moins 300 mètres. Quant à la différence pétrographique entre le basalte β^o et le basalte compacte β, $_b$, elle est suffisante pour que l'on puisse séparer assez bien ces deux catégories de laves, quand elles reposent immédiatement l'une sur l'autre.

Il ne faudrait point croire que les basaltes récents de Récharenges sont venus du Mézenc. De Champclause à Yssingeaux, le nombre des cônes adventifs par où sortaient ces laves semble avoir été très grand. Les tufs du Servey, à blocs projetés *de phonolite du Mégal*, marquent évidemment l'emplacement d'un de ces cônes. Les coulées phonolitiques du Mégal sont traversées, au Nord-Est de la cime de la montagne, par un grand filon de basalte semi-porphyroïde. Un autre filon, plus épais encore, traverse, entre Arnissac et Borel, les coulées phonolitiques du Lizieux. Si l'on observe enfin la pente des coulées basaltiques, on la voit dirigée tantôt vers un point, tantôt vers l'autre, de l'horizon.

Je crois donc que l'on doit se représenter la vallée de Récharenges, après son premier creusement, comme encombrée de petits volcans à laves basaltiques. Nous verrons demain que

quable par l'abondance de la néphéline et par la présence de l'œgyrine véritable. A l'œil nu, la roche a l'aspect habituel aux phonolites de la région. Elle paraît noire, mais les minces esquilles sont translucides. La division tabulaire est très prononcée. Les grands cristaux d'orthose sont souvent visibles.

Au microscope, l'apatite et le sphène sont rares, le fer oxydulé est peu abondant. Les grands cristaux sont d'orthose, plus rarement d'anorthose. La pâte, très fluidale, est composée de microlites d'orthose ou d'anorthose à ombres roulantes, de microlites d'œgyrine, de néphéline très abondante en cristaux très petits. La noséane, toujours ultra microscopique, est assez rare.

La même description convient aux phonolites du Lizieux et du point 1380, de part et d'autre du Mégal, à ceux des buttes de Raucoules et de la Jame. Le sphène semble devenir de plus en plus commun, au fur et à mesure que l'on marche vers le Nord-Ouest ; l'œgyrine est souvent remplacée par l'augite œgyrinique ; la hornblende et l'apatite sont toujours rares.

Après une longue station au sommet de la montagne, la Société descend le versant Sud et prend le chemin de Boussoulet. Au-delà du point 1352, on passe auprès d'une carrière de sable ouverte dans les arènes granitiques, à l'altitude d'environ 1300 mètres. En ce point, le phonolite repose directement sur le granite. Ce fait montre combien le relief du sol était accidenté à l'époque pliocène. Pendant que les phonolites du Mont-Plaux et de Jaurence coulaient sur une plaine d'argiles oligocènes à la cote 900, des laves analogues s'épanchaient, au Mégal, à 1300 mètres d'altitude sur le granite, et, comme nous le verrons demain, à 1500^{m} d'altitude, au Mézenc, sur les laves du Pliocène inférieur.

Il est près d'une heure de l'après-midi quand la Société arrive à Boussoulet. Si les jambes sont toujours vaillantes, les estomacs ont trouvé le temps long ; et les victuailles, que les voitures ont apportées de Saint-Julien, et qui étalent leurs séductions sur les tables de bois de la modeste auberge, sont saluées par de véritables hourrahs.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU 18 SEPTEMBRE DE BOUSSOULET A FAY-LE-FROID,

par M. **Marcellin BOULE.**

Après s'être réconfortés à Boussoulet, les géologues partent en voiture pour Fay-le-Froid, chef-lieu de canton situé à près de 1,200 mètres d'altitude, au voisinage de la ligne de faîte séparant le bassin du Rhône de celui de la Loire.

La route reliant le massif du Mégal à celui du Mézenc traverse des plateaux d'une grande tristesse. Ces plateaux sont formés par un basalte auquel la présence de petits cristaux d'augite, le plus souvent nombreux, parfois assez clairsemés, donne un cachet particulier. Cette roche que j'ai appelée, pour cette raison, *basalte semi-porphyroïde*, occupe la plus grande partie de la surface des plateaux des versants septentrional et occidental du Mézenc. Il n'est pas toujours facile de saisir ses relations stratigraphiques. Dans la plupart des cas, elle paraît plus récente que les phonolites. C'est par l'éruption de ce basalte que les massifs du Mézenc et du Mégal ont à peu près épuisé leur activité volcanique. Mais il faut remarquer qu'on le trouve en cailloux roulés dans les sables à Mastodontes des environs du Puy.

Il offre quelques particularités au point de vue minéralogique. Il est généralement très feldspathique. Le mica noir, en petites plages de dernière consolidation, y est très répandu. L'olivine présente divers produits d'altération intéressants à étudier.

La route passe d'abord à Montvert. Autour de ce village, le plateau

végétation arborescente, ne fournit matière à aucune observation, en dehors des aspects topographiques et des vues d'ensemble. Aussi obliquons-nous bientôt vers le Sud pour gagner le lac de Saint-Front ou d'Arcône.

La forme circulaire de cette nappe d'eau l'a fait considérer comme contenue dans un vieux cratère. L'absence ou la rareté des matériaux scoriacés et de projections, est de nature à faire rejeter cette hypothèse; peut-être vaudrait-il mieux regarder le lac de Saint-Front comme le résultat du barrage d'un cirque par des coulées basaltiques, dont le contour circulaire a été déterminé par les formes topographiques du granite sous-jacent.

Un petit cours d'eau s'échappe du lac. A son confluent avec le ruisseau de Saint-Front, le ravin est creusé dans des projections andésitiques, parfaitement stratifiées en petits lits très réguliers et nullement remaniés. Nous y avons recueilli de nombreux cristaux d'hornblende et des fragments d'un feldspath très limpide qui est probablement de l'andésine.

Ces tufs supportent des coulées d'andésite augitique que nous avons observées en montant vers le village de Saint-Front, et qui alternent avec des tufs scoriacés rougeâtres. Au premier abord les andésites augitiques sont difficiles à distinguer, à l'œil nu, des basaltes. Nous l'avons déjà observé au Riou-Pezzouliou, près du Puy. Mais il suffit de les examiner avec soin pour éviter la confusion. On voit alors que leur couleur est moins foncée, plutôt gris de fer que noire. Elles ont un grain plus régulier et très fin; elles se laissent briser plus facilement; leur cassure est plus franche. Elles deviennent blanches par altération. Leur composition minéralogique et leur aspect microscopique sont uniformes. L'andésite augitique de Saint-Front a pour formule :

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{\mathrm{Ap}\ \mathrm{F_1}\ \mathrm{A_3}\ \mathrm{t_{1-2}}}\ \mathrm{P_4}\ \mathrm{t_1}.$$

Les plateaux des environs de Saint-Front sont formés par le basalte semi-porphyroïde. Au dessus du village, cette roche a une couleur grise qui ferait croire, à première vue, à une altération profonde. Dans une carrière située près du point 1265, elle se débite en grandes dalles horizontales. Elle est exploitée comme pierre de taille. Le fait est assez rare pour un basalte et tient probablement à la prédominance de l'élément feldspathique. Les microlites de labrador forment en effet un feutrage très serré et atteignent des dimensions relativement considérables.

Au-delà de Saint-Front, la nuit nous a obligés à remettre au lendemain un certain nombre d'observations portées au programme.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DE FAY-LE-FROID AU MÉZENC

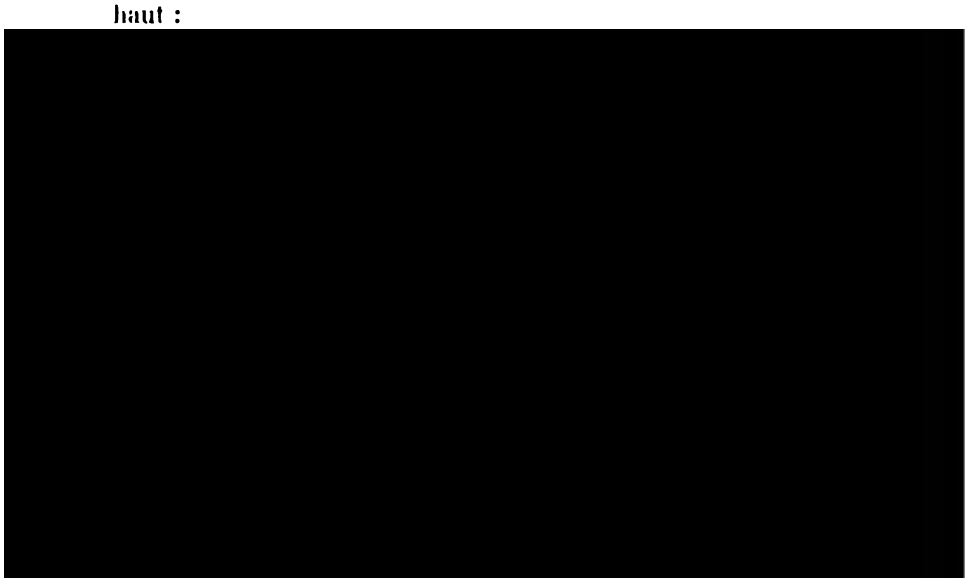
par M. **P. TERMIER.**

Les membres de la Réunion qui ont opté pour l'ascension du Mézenc quittent Fay-le-Froid à 6 heures du matin, avant le lever du soleil. Tout annonce que la journée sera belle et la vue magnifique.

On sort du village par le Sud. Au sommet de la place, le phonolite affleure. Cette roche appartient à un gros dyke qui supporte la plus grande partie du bourg de Fay, et qui coupe nettement les vieilles coulées de laves noires. Ce phonolite est percé lui-même, au Nord du village, sous l'église, par un dyke de basalte riche en olivine, du type β^o. Une coulée de ce même basalte β^o recouvre, au Sud du village, les anciennes laves du plateau : on y a ouvert une petite carrière, à côté des dernières maisons de Fay.

De cette carrière, la vue s'étend déjà sur les plateaux de laves, et l'on voit apparaître au Sud, derrière la montagne conique du Signon, les escarpements phonolitiques du Mézenc. L'endroit est bien choisi pour esquisser à grands traits la constitution du volcan.

La succession des laves, au Mézenc, est la suivante, de bas en haut :



et 9 de cette succession, dans le cirque des Boutières ou sur le chemin de la Chartreuse de Bonnefoy.

Le terme 8 (basalte β^c), sur un témoin duquel nous nous trouvons en ce moment, est formé de basaltes semi-porphyroïdes ou de basaltes riches en olivine. C'est lui qui remplit la vallée de Récharenges, entre le Lizieux et le Mégal, et qui forme la couverture supérieure des grands plateaux de Champclause, de Saint-Front, de Freycenet-Lacuche. On le retrouve au Béage, à Sainte-Eulalie et à Mézilhac, au Sud du Mézenc. Dans la région de Fay-le-Froid, il apparaît sur les deux rives du Lignon, surmontant les laves augitiques de la série α, λ, $\beta_{,b}$. Les basaltes β^c ont ainsi coulé tout autour du Mézenc, vomis sans doute par une ceinture de cônes adventifs. L'un de ces cônes, et non le moins important, se trouvait près des Estables; un autre, dont on voit encore aujourd'hui les scories et les tufs, s'élevait sur le versant Nord du volcan, entre Chaudeyrolles et la Rochette; un troisième se dressait non loin de Fay-le-Froid et donnait des laves (celles précisément sur lesquelles nous sommes), particulièrement riches en olivine. La postériorité de ces basaltes β^c aux phonolites n'est pas douteuse, et tous les arguments invoqués contre cette postériorité ont visé des basaltes d'un autre type pétrographique et d'un âge beaucoup plus reculé (par exemple, à Araules les $\beta_{,b}$, à Fougères les $\beta_{,a}$), ou sont fondés sur des interprétations discutables (Glavenas). J'estime même qu'il s'est écoulé un temps assez considérable entre ces deux séries d'éruptions, temps pendant lequel les massifs phonolitiques ont été démantelés, et creusés de vallées plus ou moins profondes.

Le terme le plus important de la série des laves du Mézenc est incontestablement le terme 4, celui des laves augitiques compactes.

Ainsi que nous le verrons cette après-midi, les coulées de ces laves compactes enveloppent un cône dont l'axe coïncide assez bien avec l'axe du cirque des Boutières.

Il est donc probable que là s'ouvrait le cratère principal, celui qui a vomi les épaisses coulées de labradorite que nous verrons affleurer aux Rochers de Cuzet et qui sont venues, vers le Nord, jusqu'au delà de Fay-le-Froid.

Les laves compactes du Mézenc s'avancent aujourd'hui au Nord jusqu'à Araules, à l'Ouest jusqu'à Monastier, au Sud jusqu'à Lachamp-Raphaël, à l'Est jusqu'à Saint-Romain-le-Désert et jusqu'au delà d'Arcens. On peut donc estimer, au minimum, à trente ou quarante kilomètres la longueur du diamètre de la circonférence de base du volcan.

Dans le voisinage du cratère principal, le type dominant de cette série de laves compactes, c'est la *labradorite augitique*. Cette lave *alterne* avec des andésites franches et de vrais basaltes, mais le type labradorite forme au moins les neuf dixièmes de l'ensemble.

Quand on s'éloigne du cratère principal, et plus ou moins tôt suivant la direction que l'on a choisie, on voit *le type labradorite passer peu à peu au type basalte*. Je ne veux pas dire ici qu'il y ait transformation latérale des coulées. Mais, aux coulées de labradorite se substituent peu à peu des coulées, évidemment contemporaines, formées de basaltes compactes. Dans la zone de passage, il y a alternance, ou bien superposition nette d'un type à l'autre. Dans ce dernier cas, les basaltes compactes sont tantôt sous les labradorites (Fay-le-Froid, les Estables, Villelongue), tantôt dessus (Borée, Roche-besse). Sur le versant Sud du Mézenc, la transformation est plus rapide que partout ailleurs, et à Bonnefoy déjà, les basaltes l'emportent de beaucoup sur les labradorites.

Ces phénomènes s'expliquent aisément si l'on admet que le volcan rejetait à la fois : des labradorites, par son cratère principal et par ses cônes adventifs les plus élevés ; des basaltes, par tous les cônes adventifs de la région basse.

Il ne faudrait point croire d'ailleurs qu'il y eût une grande différence de composition entre les types extrêmes de cette série de laves compactes. Toutes ces laves se ressemblent, à l'œil nu, et ressemblent aux basaltes ; si bien que c'est aux basaltes qu'on les a uniformément attribuées jusqu'aux études micrographiques entreprises en 1886. Les roches les plus acides sont des andésites analogues à celles de Raffy et contenant 50 °/₀ de silice ;

d'une alternance de basaltes, de labradorites et même de véritables andésites. Le basalte domine dans les coulées basses (vallée du Lignon). Quelle que soit celle des deux couleurs, brune ou bleue, que l'on adopte pour teinter ce plateau sur la carte géologique, l'attribution sera trop précise, et, par conséquent, inexacte en beaucoup de points. J'ai choisi la teinte brune, malgré l'abondance des coulées basaltiques aux environs d'Arsac, pour mieux montrer la liaison (évidente sur le terrain) des laves de Fay-le-Froid et des laves du Mézenc. C'est d'ailleurs une labradorite qui forme le sommet du plateau (point 1192). Cette roche se retrouve, à peu près au même niveau, à Seignes-Besses, de l'autre côté des grands pâturages de Gaffet. Entre ce point 1192 et Fay-le-Froid, on voit les coulées de labradorite plonger au Nord et s'amincir entre deux coulées de basalte compacte.

Au hameau d'Arsac, où nous sommes arrivés tout en devisant, la Société peut observer les coulées de basalte compacte qui forment le fond de la vallée, et qui se suivent de là sans interruption jusqu'au pont de la route du Puy. Au-dessus d'Arsac, le long des lacets du chemin, je montre à la Société divers affleurements de labradorite bien authentique. Le petit col par où nous pénétrons dans le cirque de Chaudeyrolles est creusé dans des labradorites compactes, plongeant vers le Nord, surmontées au point 1342, un peu à l'Ouest du col, d'un lambeau de coulée phonolitique. C'est, avec celui de Rafly, l'un des exemples les plus nets de la superposition des phonolites aux labradorites.

Le cirque de Chaudeyrolles (*Caldeira ?*) a une forme circulaire presque parfaite. Il est ouvert dans des coulées de labradorite épaisses d'environ cent mètres, et qui toutes, sans exception, plongent au Nord. Le granite affleure au fond de la brèche par laquelle s'écoulent les eaux du cirque, et l'on peut voir tout-à-côté, entre le granite et les laves, des alluvions antérieures à celles-ci et contemporaines, probablement, des alluvions miocènes de Fay-le-Froid. Un dyke de phonolite monte au travers des labradorites et semble faire pendant, de l'autre côté du cirque, à celui qui a formé le Signon de Chaudeyrolles.

La discussion s'ouvre sur l'origine du cirque. Tournaire y voyait un véritable cratère, et citait, à l'appui de son opinion, l'existence de tufs et de scories sur le versant Sud du Signon, à peu de distance du village. La plongée uniforme au Nord *de toutes les coulées* rend cette hypothèse peu vraisemblable. On pourrait croire à un cratère d'explosion ou d'effondrement. Mais

la plupart des membres présents se rallient à l'opinion de M. Gosselet, et admettent que le cirque est simplement dû à l'érosion.

Dans le village de Chaudeyrolles, on s'arrête quelque temps à admirer les belles pierres de taille blanches qui ont servi à la construction de l'église. Ces pierres, que l'on croirait trachytiques, sont en réalité de phonolite. Elles proviennent du petit dyke de Viallard, situé à moins d'une heure de Chaudeyrolles, dans la direction du Sud-Est. Une partie du dyke est formée de la roche poreuse, d'apparence trachytique ; l'autre partie est constituée par un phonolite ordinaire, compacte, creux, tabulaire et sonore. Le microscope n'accuse aucune différence appréciable entre les deux types. Dans les deux, il y a de la néphéline. L'apatite est abondante.

Nous nous élevons rapidement vers le Mézenc. A partir de Chaudeyrolles, il n'a plus de basaltes dans la série des laves compactes, mais seulement des andésites et des labradorites. Dans le ravin à l'Ouest de Malosse, nous allons toucher l'affleurement des coulées les plus basses. On les voit, sous une petite cascade, reposer sur des tufs jaunâtres et grisâtres très altérés. Il est probable que ces tufs reposent eux-mêmes sur le granite ; mais on ne voit pas leur substratum. La labradorite qui surmonte ces tufs est une roche compacte, d'un noir grisâtre dont la formule est la suivante :

$$\mathfrak{T}\,\mu. \;-\; \overline{F_1\, A_3\, P_4\, Ot_2\, t_1\, F_4\, M}$$

L'olivine ancienne y est rare. Le mica noir de deuxième consolidation est beaucoup moins abondant que dans les roches analogues du Mégal. Les grands cristaux sont surtout d'augite et de hornblende, celle-ci habituellement ferruginisée ; il y aussi quelques cristaux relativement volumineux de labrador. D'une façon géné-

L'andésite de Chantemerle est accompagnée de tufs. Andésite et tufs sont percés par un filon de phonolite, sur le chemin même. Ce filon a depuis longtemps été signalé par Tournaire. Le phonolite qui le compose est remarquable par l'abondance du verre, la rareté des cristaux anciens et la disparition à peu près complète du pyroxène. Les microlites sont relativement grands, très aplatis parallèlement à g^1, et presque tous monocliniques. Il y a un peu de sphène. Les feldspathides semblent manquer, comme dans les filonnets de Saint-Pierre-Eynac, ou dans les blocs des tufs du Pertuis.

Au-delà du filon de Chantemerle, nous cheminons sur des labradorites noires, d'aspect basaltique. Je montre de loin à la société (il est malheureusement trop tard pour que nous puissions nous détourner) l'affleurement du granite sur le versant Nord du point 1504, à l'altitude d'environ 1400 mètres. Cet affleurement granitique domine les coulées que nous foulons en ce moment. Je rappelle que dans le cirque de Chaudeyrolles, sous les labradorites, le granite affleure à 1200 mètres environ. Les labradorites ont donc coulé dans une vallée granitique très profonde, ouverte sans doute du Nord au Sud. Le point culminant du massif granitique paraît avoir été entre le Mézenc et les Estables.

Nous arrivons aux buttes curieuses qu'on appelle les Dents du Mézenc. Ces buttes au nombre de quatre s'alignent dans une direction N.-E.-S.-E. Elles sont très fautivement indiquées sur la carte d'État-Major. Quand on gravit l'un des pitons extrêmes, on a l'impression très nette d'un dyke énorme, puissant de trois à quatre cents mètres, donc l'affleurement, bizarrement découpé par l'érosion, fait saillie sur le plateau de laves.

La roche des Dents du Mézenc est un trachyte à grands cristaux d'orthose. La couleur est le blanc grisâtre, tournant, par altération, au jaune sale. La formule en est la suivante :

$$\overline{C\mu - Ap\ F_1\ ZSM\ A_3\ P_4\ t_1\ a_1\ o_1\ P_4\ M}$$

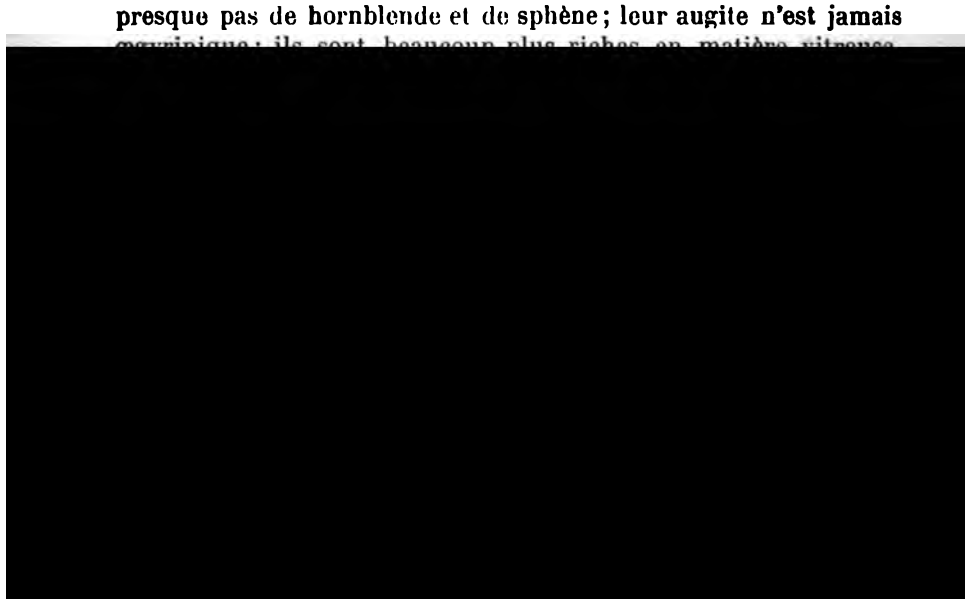
L'apatite est extrêmement abondante et très riche en inclusions, parfois polychroïque. Au sphène s'associe un peu de zircon. Le fer oxydulé est plus abondant que dans les autres roches acides du Mézenc. La hornblende et le mica noir ancien sont en grande partie ferruginisés. L'augite est d'un vert grisâtre, intermédiaire entre le pyroxène œgyrinique des phonolites et l'augite des laves noires. Les grands cristaux feldspathiques, souvent zonés, sont très chargés d'inclusions vitreuses. Beaucoup appartiennent à l'orthose. La

plupart des microlites sont trapus et courts, sans mâcles, nettement rectangulaires, et s'éteignent à zéro. Les microlites tricliniques et les microlites d'augite sont rares.

J'ai signalé cette roche en 1887, sous le nom de *trachyte à apatite*, en la faisant contemporaine des trachytes vitreux, c'est-à-dire postérieure aux labradorites. J'ai indiqué, en 1890, sa grande analogie avec les roches acides de Vahille, et avec le trachyte à mica noir de Monedeyres, près du Mégal ; et je l'ai séparée des trachytes vitreux supérieurs pour la ranger dans le groupe des trachytes et phonolites inférieurs.

C'est qu'en effet, aux Dents du Mézenc, il est impossible de se former une opinion sur la question de l'âge relatif du trachyte et des labradorites. Le dyke (car c'est bien certainement un dyke) perce-t-il les laves noires ? Ou bien celle-ci l'ont-elles entouré lorsqu'il était déjà déchaussé et partiellement démantelé ? Le problème ne peut être résolu sur place. Il en faut demander la solution à l'étude des régions avoisinantes.

Or, cette étude, à peine ébauchée en 1887, ne permet guère aujourd'hui d'hésiter entre les deux réponses. Le trachyte des Dents du Mézenc est, suivant toute vraisemblance, antérieur aux labradorites. Ses analogies pétrographiques sont, en effet, avec les trachytes, nettement antérieurs à la série des laves compactes : trachytes de Bonnefoy, de Vahille, de Montusclat, de Queyrières. Il diffère profondément, d'autre part, des trachytes augitiques supérieurs (Lardeyrol, Boutières, Cuzet, l'Aubépin). Ainsi que M. Boule l'a fort justement indiqué, ceux-ci sont à la fois beaucoup plus compactes et beaucoup plus basiques : ils ne contiennent pas ou presque pas de hornblende et de sphène ; leur augite n'est jamais



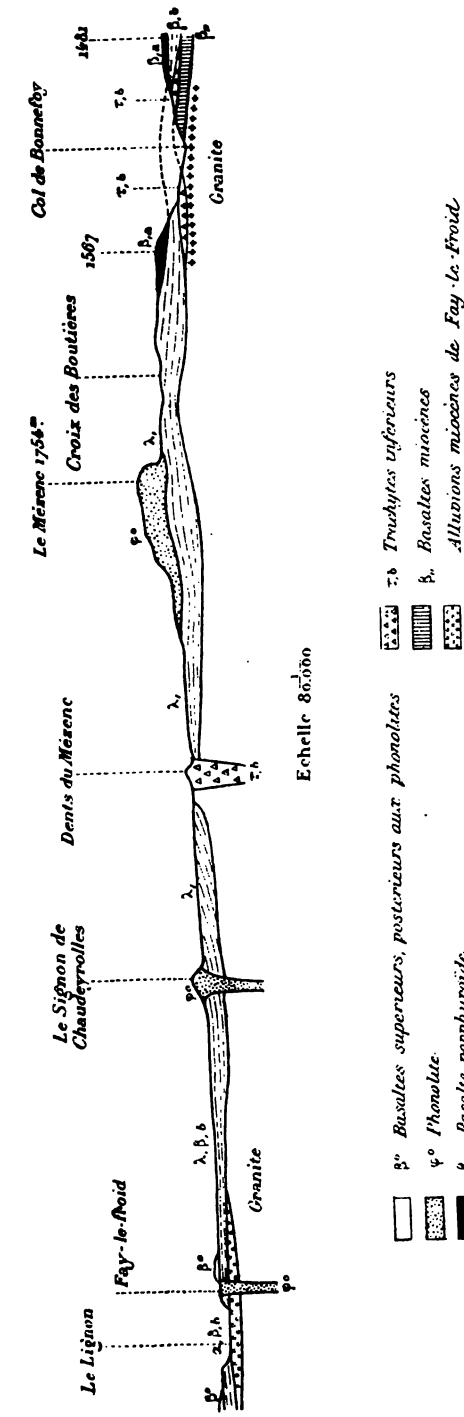


Fig. 19. — Coupe Nord-Sud de Fay-le-Froid à Bonnefoy, par le Mézenc.

et l'on désespère un instant de rien voir. Mais voici qu'à une hauteur immense au-dessus de l'horizon, comme suspendue en plein éther, la haute chaîne de l'Oisans dresse ses aiguilles de pierre et déroule ses champs de glace. C'est d'abord une ligne molle et indécise, à peine perceptible dans la pâleur du ciel. Puis les yeux s'accoutument à cette vision de rêve; les contours deviennent précis; on reconnaît les cimes amies, les sommets récemment foulés; et la voix des alpinistes s'élève, nommant toutes les saillies de la chaîne. Cette longue barre rocheuse, d'une altitude uniforme, au pied de laquelle s'étale un étroit ruban de glaciers, c'est la crête des Grandes-Rousses. Immédiatement à sa droite, au-dessus de la dépression qui correspond à la Romanche, ces trois pics aux silhouettes grimaçantes, ce sont les Aiguilles d'Arve. Puis vient la Meije, dressant sa pyramide prodigieuse sur un socle tout blanc qui est le glacier du Mont-de-Lans. A droite, un chaos d'aiguilles, la Grande-Ruine. A droite encore, une dépression profonde, puis une haute cime, très noire avec quelques loques neigeuses, la Barre des Ecrins. Et les cimes se succèdent : l'Ailefroide, les Bans, le pic d'Olan, le Chaillol. Puis, brusquement une trouée énorme, la vallée du Drac : et au-delà une crête plus rapprochée, moins haute, n'arrivant pas aux neiges éternelles, la crête calcaire du Dévoluy. Tout au bout de la chaîne, vers le Sud, un gros sommet arrondi, bleuâtre, isolé, monte dans l'azur : c'est le Ventoux. Et à l'autre bout, du côté du Nord, par delà un grand amoncellement de brumes qui cachent Belledonne, les Sept-Laux, la Vanoise, voici le roi de toutes ces cimes, si haut et si blanc qu'on le prendrait pour un nuage, le Mont-Blanc.

Après avoir longtemps admiré ces lointains grandioses, nous promenons nos regards sur l'étrange pays qui nous entoure. Au

nique. Sur les crêtes étroites qui séparent ces ravins, sont encore posés quelques témoins de la couverture éruptive, lambeaux de coulées fragiles et instables que le moindre effort, semble-t il, suffirait à arracher de leur socle amoindri. Au dessous de ces témoins, le granite est entaillé sur quatre à cinq cents mètres de hauteur. Des buttes phonolitiques s'élèvent çà et là, les unes sur les crêtes, les autres à mi-hauteur, d'autres encore dans le fond des vallées; et celles qui sont restées debout sur les crêtes, comme le Suc de Sara, plongent dans le sol granitique d'énormes racines plus ou moins déchaussées par le ravinement. Du Mézenc à Mézilhac, c'est par dizaines qu'il faut compter ces culots de phonolite. Quelques-uns ont une allure filonienne très prononcée, avec des contours irréguliers et bizarres : la plupart montrent une section ovale ou même parfaitement circulaire; la cheminée qu'ils ont obstruée coupait le granite comme à l'emporte-pièce.

Ce contraste si étonnant entre les deux versants du Mézenc n'est évidemment dû qu'à l'inégalité des effets de l'érosion. Sur le versant du Rhône, où la mer est plus proche et, par conséquent, la pente plus forte, le ravinement a marché plus vite : du massif volcanique, il ne reste plus que des ruines. Sur l'autre versant où la pente générale vers l'Océan est extrêmement faible, une grande partie de l'appareil éruptif est resté, et le granite est presque partout caché par l'accumulation des laves.

Le sommet du Mézenc est constitué par un phonolite très néphélinique, peu différent de celui du Mégal. Le fer oxydulé, l'orthose et l'anorthose en cristaux assez volumineux, sont les éléments importants de la première consolidation. Le sphène est très rare; la noséane peu abondante. La deuxième consolidation a donné des microlites d'orthose et d'anorthose relativement gros, souvent mâclés suivant la loi de Carlsbad, et beaucoup de néphéline. Les microlites magnésiens sont d'un augite vert, mais non d'ægyrine. Il y a une notable quantité de matière vitreuse.

L'épaisseur des phonolites au Mézenc est d'au moins 150 mètres. Sur le versant Est, au-dessus de Chara, on voit assez nettement ces laves acides reposer sur les labradorites, et la surface du contact coupe la paroi du cirque assez exactement suivant une courbe de niveau. A l'Ouest les coulées du Mézenc se soudent à celles du mont d'Alambre et du Rocher d'Aiglet. Cet énorme massif de phonolite a sans doute plusieurs racines, et rien, jusqu'ici, n'autorise à croire que la cheminée principale soit sous le sommet du Mézenc.

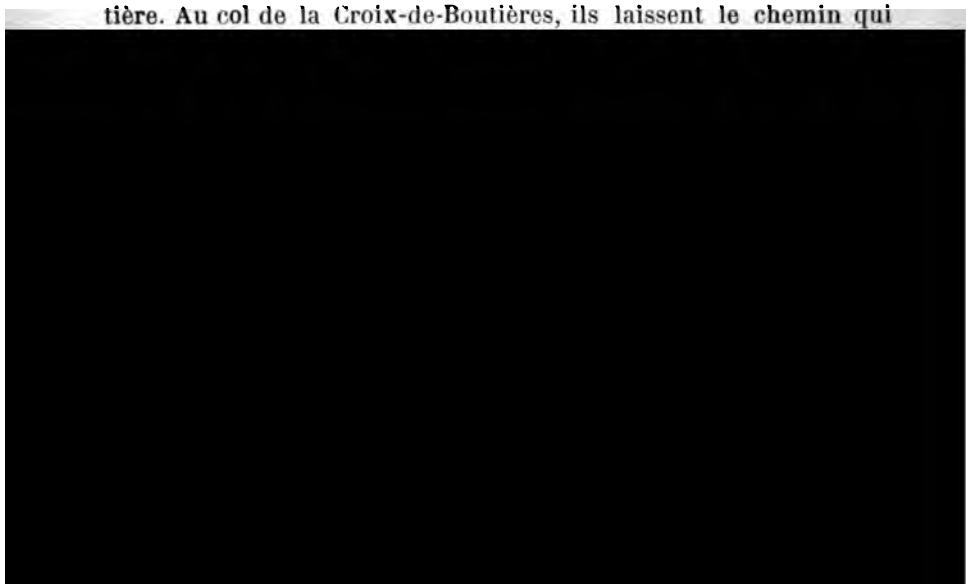
Les escarpements de la face Ouest du Mézenc sont coupés par un filon, dirigé Nord-Est, d'un basalte riche en olivine, du type β⁶ des environs de Fay-le-Froid. La roche de ce filon est extrêmement compacte, très homogène : elle a les caractères généraux d'une roche de profondeur. Il y a donc lieu de penser que cette roche s'est consolidée loin du jour, c'est-à-dire qu'une forte épaisseur de laves, phonolites, trachytes ou basaltes, surmontait la plate-forme actuelle du Mézenc, à l'époque lointaine où s'épanchaient encore des basaltes du type β⁶.

Nous avons eu le très grand plaisir de retrouver au sommet de la montagne nos aimables hôtes de Charensac, Mme Boyard, M. Terra, et leurs amis. C'est en leur agréable compagnie que nous redescendons les pentes escarpées du versant Sud, et que nous nous dirigeons, à travers les plantations de l'Administration forestière, vers la maison du garde, devant laquelle on voit, avec satisfaction la table dressée et la nappe mise.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU MÉZENC AUX ESTABLES, PAR LA CHARTREUSE DE BONNEFOY,

par M. **P. TERMIER**.

Après le déjeûner, vers deux heures, les membres de la Société qui ont opté pour l'itinéraire de Bonnefoy, quittent la maison forestière. Au col de la Croix-de-Boutières, ils laissent le chemin qui



c'est-à-dire que le cirque des Boutières correspond sensiblement à l'ancien cratère agrandi par l'érosion.

Nous cheminons au bord du précipice, dans des prairies charmantes. A chaque pas, à travers une déchirure de l'arête, on voit, en se penchant, les nappes de tufs et les couches de débris empilées les uns sur les autres. Quelques filons les traversent, formés de labradorite ou de basalte. A notre droite, sur le plateau de lave noire, se dresse un témoin de coulée phonolitique, le sommet 1621 de la carte d'Etat-Major.

Au-dessus de la ferme de Rauchon, se dresse une grande aiguille noire qui domine de haut le reste de la crête. Cette aiguille est faite de bancs d'une labradorite basique, passant au basalte compacte : les bancs plongent au Sud, c'est-à-dire vers l'extérieur du cirque.

Du haut de ce belvédère, où nous restons longtemps assis, la vue du cirque des Boutières est vraiment saisissante. Au-dessous de la masse des phonolites du Mézenc, on distingue aisément les coulées de lave noire, les tufs, les filons de trachyte augitique ou de labradorite. La belle coupe dont M. Boule montre en ce moment les détails à ceux de nos confrères qui ont préféré descendre au fond du gouffre, cette belle coupe se lit, du point où nous sommes, comme sur un livre. Sous le château, nous voyons la grosse coulée du basalte porphyroïde inférieur, l'affleurement blanc du trachyte, les scories rouges et noires des basaltes récents, et enfin le granite du socle, déchiré par les grands ravins où se forme la Saliouse.

Au Sud de l'aiguille noire de Rauchon, la crête est formée par une nappe peu épaisse de phonolite, reposant d'abord sur la lave noire, puis, au fur et à mesure que l'on marche vers l'Est, sur une épaisseur croissante de trachyte augitique. Si l'aiguille de Rauchon domine le phonolite, c'est qu'il s'est écoulé un temps très long entre la sortie des laves noires de l'aiguille et la venue phonolitique : le phonolite a coulé dans un sillon relativement profond, ouvert par l'érosion dans la labradorite.

Les trachytes augitiques où nous arrivons sont du type τ_a de la série du Mézenc, type nettement intercalé dans les laves noires compactes et surtout entre ces laves et les phonolites. Ce sont mes *trachytes vitreux* de 1887. Je n'en connaissais, à cette époque, que les types les plus vitreux (l'Aubépin, Lardeyrol).

Ces trachytes forment des coulées souvent étendues, mais presque toujours peu épaisses. A l'œil nu, ils sont gris ou noirs, à peu près compactes, semblables à des andésites ou même à des labradorites,

Par altération, la roche devient blanche, nacrée; et, comme cette altération est très fréquente, la séparation est relativement facile de ces trachytes et des laves plus basiques. Les coulées sont fréquemment bulleuses et scoriacées; elles alternent parfois avec des tufs rougeâtres. La formule habituelle a été donnée par M. Boule; c'est :

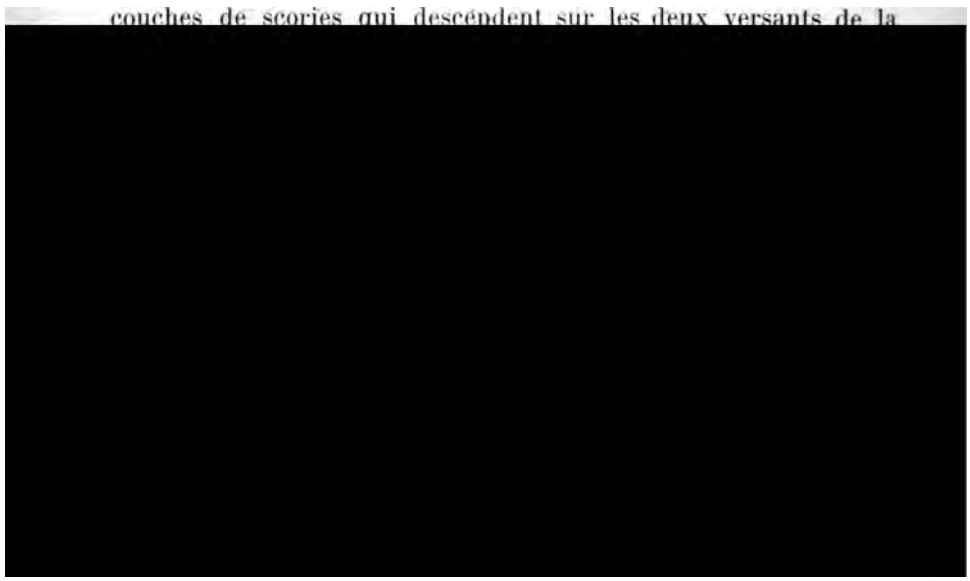
$$\mathcal{T}_{\mu} - \overline{Ap\ F_1}\ \underline{P_4 t_1 o_1\ M.}$$

Il y a toujours beaucoup de matière vitreuse. M. Boule a signalé aussi à très juste titre l'abondance de l'oligiste. Notre éminent confrère attribue à l'orthose la plupart des microlites feldspathiques. J'incline à croire que beaucoup de ces microlites aux contours vagues, non mâclés, appartiennent à l'oligoclase.

J'ai dit plus haut que les trachytes $\tau_{,a}$ apparaissent déjà au milieu des laves noires compactes. Tels sont ceux du Pauc, de Saint Clément, de Chara. Ceux que M. Boule signale dans le cirque des Boutières m'ont plutôt paru appartenir à un filon. Les grands épanchements sont en tout cas postérieurs aux laves noires compactes.

C'est à ce niveau intermédiaire entre les phonolites et les labradorites qu'appartiennent les trachytes que nous touchons en ce moment. Ils affleurent des deux côtés du témoin phonolitique et passent certainement sous ce témoin. Ce sont eux qui forment le sommet de la petite aiguille, bien marquée sur la carte, qui domine Goudet.

Le col qui sépare cette aiguille de la crête phonolitique est ouvert dans des roches bien différentes. Ce sont des tufs et des couches de scories qui descendent sur les deux versants de la



augitiques bulleux et scoriacés, nous voyons affleurer, *au-dessous de ces trachytes*, une belle coulée de *basalte porphyroïde*, épaisse d'une quinzaine de mètres. C'est le cinquième terme de la série du Mézenc, celui que j'ai appelé $\beta_{.a}$. Il apparaît ici au sommet des laves noires compactes, c'est-à-dire précisément à la place du basalte porphyroïde du Mégal.

La roche est d'un beau noir, criblée de petits cristaux d'augite et de grains d'olivine. Le faciès est celui du basalte de la Jame.

C'est ce basalte porphyroïde *supérieur* que nous retrouverons, au Sud du col de Bonnefoy, sur le sommet 1481. A partir de là, on peut le suivre, au même niveau, jusqu'au Suc de Montivernoux, près Mézilhac. Le basalte porphyroïde de Bourlatier et de Lachamp-Raphaël n'est donc pas, comme l'a indiqué M. Boule, contemporain du basalte inférieur du château de Cuzet. Il est, au contraire, postérieur à toute la série des laves noires compactes.

En descendant vers le col de Bonnefoy, nous recoupons cette dernière série. Ici, déjà, les basaltes abondent, surtout à la base. Ces basaltes, extrêmement compactes et très feldspathiques, se distinguent très mal, à l'œil nu, des labradorites.

Près du col, cette série repose sur une épaisse nappe de trachyte inférieur. La puissance du trachyte atteint 30 mètres sur le chemin même. La roche est blanche ou grise, souvent altérée et prenant alors un aspect nacré. Elle renferme de grands cristaux d'orthose et de hornblende. Sa formule est la suivante :

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{Ap\ F_1\ A_3\ P_4\ t_1\ a_1\ o_1\ P_2}$$

L'apatite polychroïque est abondante. La hornblende est en cristaux très volumineux, généralement bien conservés. Ce sont là les deux minéraux les plus caractéristiques des trachytes inférieurs. Il y a de l'augite grisâtre, en cristaux anciens, et des microlites verts d'augite ægyrinique.

Au col même, le trachyte repose sur un granite très décomposé, d'où le mica a presque entièrement disparu. L'altitude est 1373. C'est un des points les plus hauts atteints par le granite sous le massif du Mézenc.

A la hâte (car il se fait tard), nous gravissons les pentes qui dominent le col au Sud. Ici, ce n'est plus le trachyte qui repose directement sur le granite. Les coulées les plus basses sont faites d'un basalte feldspathique extrêmement compacte, alternant avec des couches scoriacées très altérées, de couleur rouge. Ce complexe a au moins 40 mètres d'épaisseur.

C'est seulement au-dessus de ces basaltes que reparaît, sur le chemin même et en un seul point, une petite coulée de trachyte inférieur. Ce trachyte est d'une fraîcheur admirable, et il est identique à celui du versant Nord du col.

Ici, comme dans le fond du cirque des Boutières, comme à Queyrières aussi, il existe donc une épaisse formation basaltique *en dessous des trachytes inférieurs*. Ces basaltes très anciens ont des caractères pétrographiques constants. Ils sont remarquablement feldspathiques. Du col de Bonnefoy, on peut suivre leurs coulées, sur une pente d'une inclinaison très faible et presque uniforme, jusqu'aux Coirons, où les tufs associés à ces basaltes ont été si bien étudiés par M. Torcapel. Au Mézenc même, nous n'avons pas d'indication sur leur âge : nous savons seulement qu'ils sont plus anciens que tout le reste de l'appareil éruptif, et qu'ils se relient d'une façon indiscutable à ceux des Coirons. Ces coulées anciennes ont donc l'âge des coulées des Coirons. On sait que cet âge est connu avec une grande exactitude depuis les découvertes faites à Aubignas par M. Torcapel : c'est le Miocène supérieur.

L'éruption du trachyte inférieur est malheureusement limitée aux environs immédiats du Mézenc. Un autre gisement de ce trachyte se trouve non loin d'ici, à Valories, sur le chemin de Bonnefoy au Béage, et à peu près au niveau où nous sommes actuellement. Le trachyte forme là, comme ici, une petite nappe lenticulaire peu étendue entre les basaltes inférieurs, ou basaltes miocènes (β_m), et les basaltes compactes supérieurs qui font partie de la série des laves noires compactes du Mézenc (α, λ, β_p).

Nous continuons à gravir les pentes du sommet coté 1481. Au-dessus du trachyte, nous traversons la série des laves noires

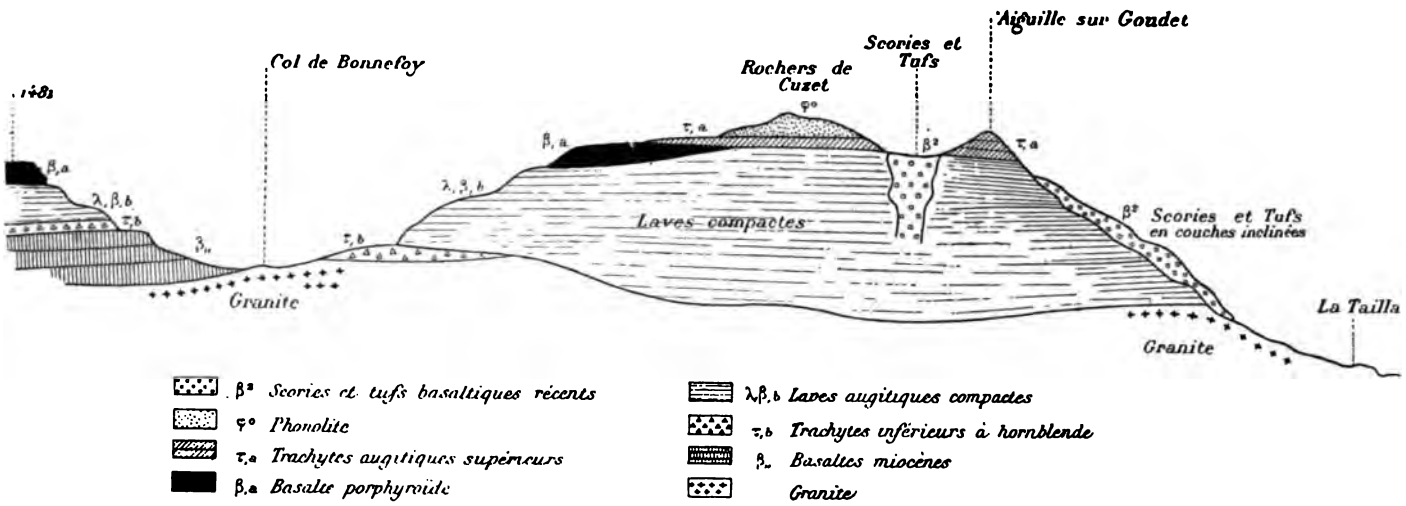


Fig. 20. — Coupe de la Tailla à Bonnefoy, par les Rochers de Cuzet.

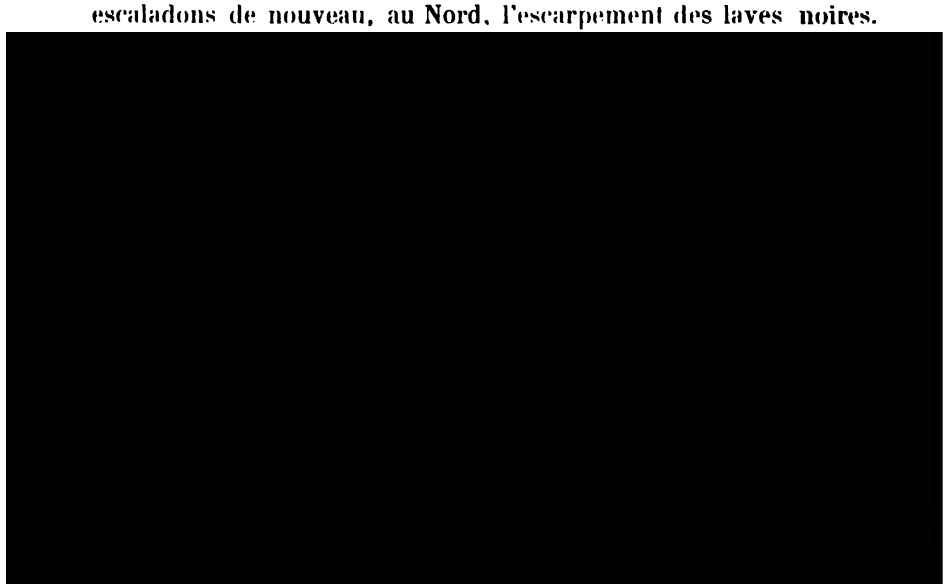
devine la vallée du Rhône, pendant que les ravins formidables qui s'ouvrent à nos pieds sont déjà envahis par l'ombre grandissante.

Sed jam summa procul villarum culmina fumant,
Majoresque cadunt altis de montibus umbræ.

En face de nous, les coulées de Cuzet s'étagent, très noires, avec des intercalations rougeâtres, et sur ce socle qui semble maintenant très large, étendu jusqu'au delà de Saint-Clément, le Mézenc phonolitique est couché, pareil à un sphinx. A notre droite, du fond des abîmes où la nuit tombe déjà, les pics de phonolite montent vers la lumière, et quelques-uns d'entre les plus hauts, le Suc de Sara, le Suc de la Veine, le Suc de Soutron, la Roche-Besse, ont encore un peu de soleil sur leur cime chauve.

En nous retournant, nous voyons courir vers le Sud-Est l'étroite arête qui sépare les bassins de l'Océan et de la Méditerranée : parfois elle est formée de granite et vêtue de forêts ; d'autres fois elle montre des coulées noires empilées les unes sur les autres, avec les mêmes assises rougeâtres ; et ces coulées sont percées de loin en loin par des pitons coniques, qui semblent autant de clous enfoncés dans les laves noirâtres pour les relier au socle de granite, le Gerbier-des-Joncs, le Suc de Liberté, le Suc de Montivernoux. Vers le Sud, voici la vallée de la Loire, une combe verdoyante où coule un petit ruisseau. Vers l'Ouest enfin, par delà les plateaux de phonolite et de basalte du Béage, voici les derniers volcans du Devès ; et tout au fond, très loin, dans le couchant qui s'embrase, la ligne bleuâtre de la Margeride.

Il faut partir. Nous gagnons en courant les prairies du col et nous escaladons de nouveau, au Nord, l'escarpement des laves noires.



En traversant la Gazelle, nous apercevons encore des coulées scoriacées rougeâtres, intercalées entre des nappes basaltiques. Ces éruptions appartiennent à la série ancienne des $\beta_{,b}$, qui sont, aux Estables, antérieurs aux labradorites et aux andésites. Enfin, à 6 heures, aux derniers rayons d'un couchant qui s'éteint, nous rejoignons, dans les rues du village des Estables, l'autre moitié de la caravane.

COMPTE RENDU DE LA COURSE DU 19 SEPTEMBRE AU MÉZENC ET AU CIRQUE DES BOUTIÈRES.

(Deuxième itinéraire)

par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XVIII et XIX).

Tandis qu'un grand nombre de nos confrères partent à pied pour le Mézenc sous la direction de M. Termier, d'autres préfèrent suivre un itinéraire moins fatigant et aller en voiture jusqu'aux Estables.

Nous reprenons la route parcourue la veille et quelques minutes après nous sommes au bord du Lignon.

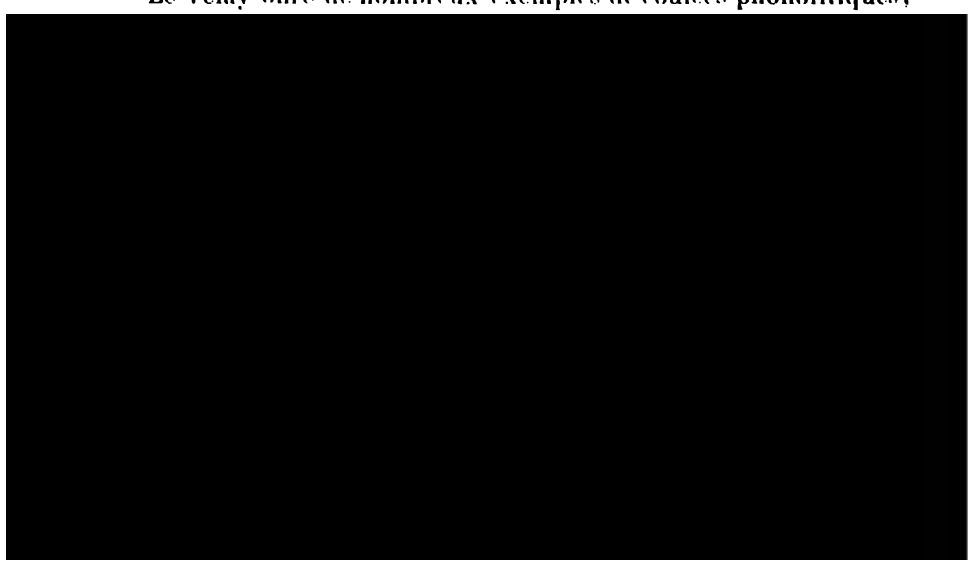
Les berges de ce ruisseau, situées à 1100^{m} d'altitude, sont pratiquées en partie dans des sables quartzeux et des argiles avec cailloux roulés : silex et chailles jurassiques, quartz, calcaire, granite et, enfin, éléments basaltiques. Ce terrain est beaucoup plus développé en d'autres points du massif du Mézenc, notamment aux environs du Monastier. Dans cette dernière région, il est parfois difficile à séparer des argiles sableuses oligocènes sur lesquelles il repose, tandis que plus près du centre du massif, comme à Fay le-Froid, il recouvre directement le granite. Il a été découpé et dénivelé par les failles tertiaires. L'absence de fossiles fait qu'il est impossible, dans l'état actuel de la science, de préciser son âge. On peut le regarder comme miocène par suite de sa ressemblance avec les sables à *Dinotherium* du Cantal. La présence des cailloux roulés de basaltes ne permet guère de le considérer comme plus ancien.

La route remonte ensuite la vallée du Lignon. Elle coupe d'abord des coulées de basalte compacte alternant avec des tufs tellement

altérés qu'ils sont parfois réduits à une argile ferrugineuse d'un rouge intense. Ces basaltes représentent les formations volcaniques les plus anciennes du Mézenc. Les coulées inférieures se relient aux basaltes miocènes des Coirons. Nous aurons l'occasion de les revoir plusieurs fois dans la journée. Nous les distinguerons toujours facilement du basalte des plateaux du Mézenc, ou basalte-semi-porphyroïde, par la rareté des grands cristaux d'augite. Il est impossible de les confondre avec les roches similaires de la chaîne du Velay et des environs du Puy, car ils ont une texture plus fine, plus compacte, ils sont généralement dépourvus de vacuoles : leur couleur est noire plutôt que bleuâtre, leur cassure est plus franche, l'olivine n'y forme pas de nodules et ses cristaux, d'ailleurs très répandus, ne sont pas toujours visibles à l'œil nu.

Le flanc gauche de la vallée du Lignon est dominé par la magnifique coulée de phonolite de Roffiac. Beaucoup de géologues, parmi lesquels on pourrait citer des noms éminents, ont regardé toutes les masses phonolitiques comme des dykes. Cette opinion est singulièrement exagérée. La plupart des montagnes phonolitiques doivent être considérées comme le résultat de véritables épanchements d'un magma acide que sa composition chimique rendait très visqueux et empêchait de s'étendre bien loin. Mais il suffit de voir le front vertical, s'étendant sur plusieurs kilomètres de longueur, de la masse phonolitique de Roffiac, pour reconnaître qu'il y a aussi de vastes coulées de phonolites formant des plateaux à surface plus accidentée que les plateaux basaltiques et tout à fait semblables, comme formes de terrain, aux coulées de trachyte du Cantal ou du Mont-Dore.

Le Velay offre de nombreux exemples de coulées phonolitiques ;



se divise en dalles comme les phonolites; elle est remarquable par son uniformité et par la rareté des cristaux du premier temps de consolidation. Voici sa formule :

$$\mathcal{C}_{\mu} - \overline{\underline{\mathrm{ApF_1P_{40}M}}}$$

Nous abandonnons bientôt après les voitures pour gagner la maison forestière du Mézenc par les pentes gazonnées du Mont d'Alambre.

En attendant l'arrivée des confrères de la première troupe et pendant que plusieurs d'entre nous sont occupés à dresser en plein air la table du déjeûner, d'autres se rendent à Costebelle, à quelques centaines de mètres de la maison forestière, où ils recueillent de beaux cristaux de néphéline dans des phonolites celluleux.

Après le déjeûner toute la Société se rend au col de la Croix-des-Boutières, au sud du Mézenc. Là, nouvelle scission. Les uns, avec M. Termier, vont explorer les environs de Bonnefoy, tandis que d'autres tiennent à voir la coupe du cirque des Boutières.

J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur les différences topographiques que présentent les deux versants oriental et occidental du massif du Mézenc. De la Croix des Boutières, nous sommes admirablement placés pour apprécier ces différences. Le panorama est moins étendu que du sommet du Mézenc, mais il a plus de relief. Quand nous regardons vers l'Est, au lieu de plateaux gazonnés, comme ceux que nous avons traversés le matin (voy. pl. XVIII), ou des dépressions larges et peu accusées comme la vallée des Estables, nous voyons un sol creusé, raviné, à des profondeurs considérables, découpés en pics aigus, en crêtes déchiquetées (pl. XIX). Une infinité de plans s'étagent jusqu'à la vallée du Rhône dominée, à une hauteur considérable au-dessus de l'horizon, par la ligne blanche et dentelée de la chaîne des Alpes. Nous sommes bien placés pour juger des effets de l'érosion sur cette moitié orientale du massif volcanique réduite à l'état de ruines.

Ces ravinements profonds favorisent singulièrement les géologues en leur fournissant de bonnes coupes. C'est ainsi que le cirque des Boutières, creusé au cœur même du massif jusqu'au granite, à une profondeur de 600 mètres, permet d'établir la succession de presque toutes les éruptions. Ses parois escarpées nous ont présenté plusieurs coupes.

La coupe (fig. 21) part du point phonolitique 1621, à l'ouest du Rocher de Cuzet, et se termine au petit confluent des deux branches primitives du ruisseau de Saillouze.

Le phonolite du point 1621 (φ^o) est très probablement un témoin rattaché autrefois à la masse principale du Mézenc. Ce phonolite repose incontestablement sur une coulée d'andési-labra-

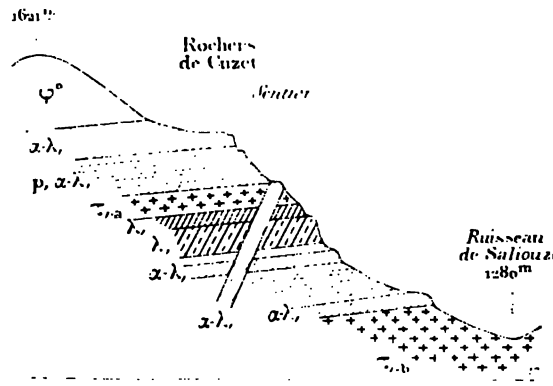


Fig. 21. — Coupe du Cirque des Boutières.

dorite ($\alpha\text{-}\lambda_1$) qui forme le sommet du pourtour du cirque des Boutières. Cette superposition est tout à fait évidente sur le flanc du cirque regardant le Nord (c'est-à-dire dans la partie sud du cirque). La maison de Rouchon est dominée par un rocher à pic de plus de 150 mètres de hauteur, où le contact du phonolite et de l'andésilabradorite a lieu suivant une ligne très nette et sensiblement horizontale.

L'andési-labradorite repose sur des projections volcaniques bien stratifiées, de couleur grise, agglutinées en bancs bien réglés, plongeant à la fois vers le Nord et vers l'Ouest. Les bancs les plus

trachyte ($\tau_{,a}$) forme une sorte de lentille ou de gâteau ne s'étendant pas très loin. Il est coupé par un filon dirigé sensiblement Nord-Sud, parallèlement au sentier, et constitué par une roche noire se divisant en plaquettes comme le trachyte, surtout à son contact. C'est encore une labradorite riche en microlites d'oligoclase.

Au-dessous vient une coulée de labradorite compacte ($\lambda_{,}$). Celle-ci repose sur une nouvelle coulée de labradorite d'un faciès particulier; elle est riche en cristaux de pyroxène assez volumineux, qui lui donnent une apparence porphyroïde. On la retrouve sur différents points de la région.

Puis viennent plusieurs coulées — au moins deux — d'andési-labradorites compactes, ressemblant aux coulées supérieures. Elles sont séparées par des brèches ignées, scoriacées, de coloration rougeâtre ou lie de vin, généralement très altérées.

Enfin, ces andési-labradorites reposent sur un trachyte blanc ou gris, nacré, avec de grands cristaux d'anorthose et se débi-

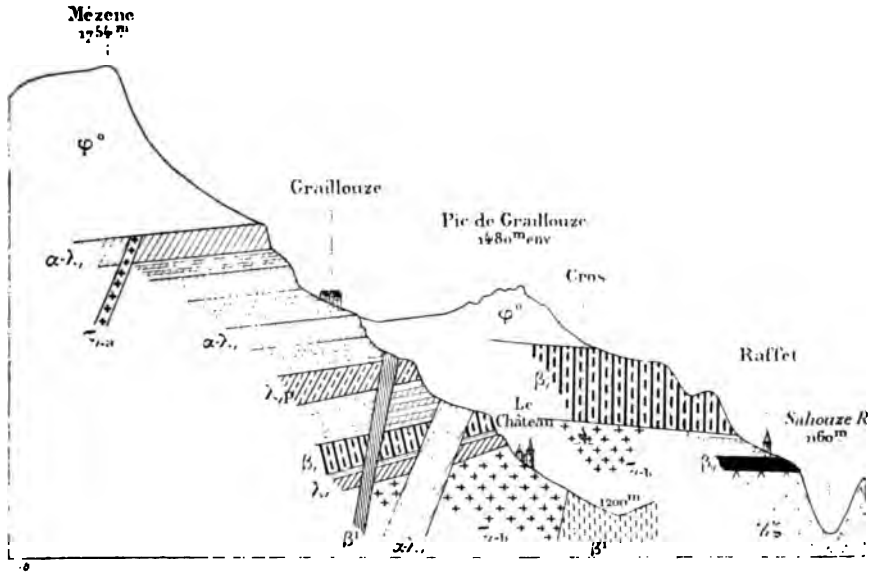


Fig. 22. - Coupe du Mézenc et du Cirque des Boutières.

tant en feuillets, ce qui lui donne un aspect phonolitique. Ce trachyte forme tout le fond du cirque ($\tau_{,b}$).

La coupe fig. 22 part du sommet du Mézenc et traverse le flanc

septentrional du cirque. Sur un plan plus éloigné, j'ai représenté une deuxième section ayant la même origine que la première, mais se terminant à 600 ou 700 mètres en aval du point où se termine celle-ci.

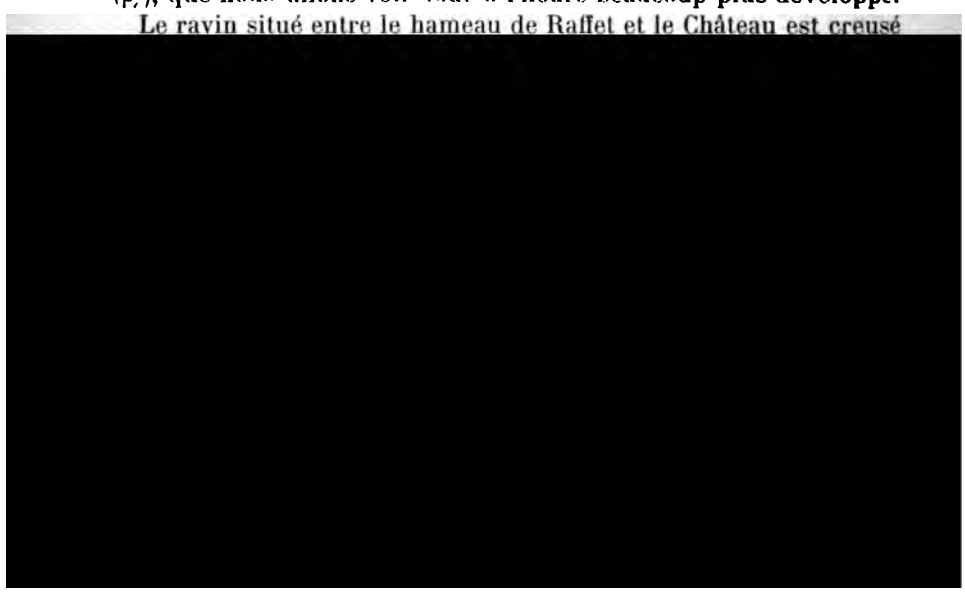
Le Mézenc est probablement un point de sortie du phonolite. On peut considérer cette montagne comme la tête d'une épaisse coulée, qui s'est épanchée surtout à l'Ouest, et à laquelle appartient l'Ambre (Mont d'Alambre de la carte de l'État-major).

Quoi qu'il en soit, la masse phonolitique du Mézenc, épaisse d'environ 150 mètres, repose sur d'énormes coulées d'andési-labradorites compactes, séparées par des couches de tufs rougeâtres. Les nappes du rocher de Cuzet, que nous avons vues dans la coupe précédente, ne sont que la continuation de celles-ci. Les fronts dominant au Nord la Croix-des-Boutières et formant à l'Est, vers Toureyre et Médille, le piédestal du Mézenc sont constitués par cette même roche. Près de la Croix-des-Boutières, elle est traversée par un filon de trachyte augitique et micacé ($\tau_{,a}$) très remarquable par sa couleur noire, qui le fait ressembler à une andésite augitique.

Les coulées inférieures de ces andési-labradorites compactes, ainsi que la coulée de labradorite porphyroïde, qui se poursuit ici avec les caractères que nous lui avons vus tout à l'heure, sont coupés par un dyke de basalte franc, bleuâtre, rugueux, avec beaux péridots et des cavités tapissées d'hyalite et de zéolites. Cette roche contraste par sa fraîcheur avec les roches encaissantes (β^1).

Un nouveau terme apparaît ensuite. C'est le basalte prophyroïde ($\beta_,$), que nous allons voir tout à l'heure beaucoup plus développé.

Le ravin situé entre le hameau de Raffet et le Château est creusé



beau se rattachant à cette montagne. Le phonolite repose ici sur un basalte porphyroïde (β_1) à très gros cristaux, semblable à celui du Cantal. Son épaisseur dépasse sur ce point 60 mètres.

La partie inférieure de cette belle coulée est en contact avec deux formations bien distinctes. A Raffet, elle repose, par l'intermédiaire de tufs basaltiques rouges très altérés, sur un basalte compacte (β_2), non moins altéré, se divisant en boules, avec enduits d'aragonite. Ce basalte repose lui-même directement sur le granite gneissique (γ, ζ), qui forme une haute falaise au bas de laquelle coule le ruisseau de Saliouze

A 200 mètres à l'ouest de Raffet, au Cros, le basalte porphyroïde est en contact avec le trachyte (τ_1). Les rapports de ces deux roches s'observent nettement au-dessus de la maison la plus orientale de Cros. Il ne paraît pas douteux que le basalte compacte ne soit situé au-dessous du trachyte.

Quand on remonte le lit du cours d'eau, à partir du confluent formé par le petit ruisseau qui descend de Palapos, on marche sur le granite gneissique sur une longueur de 5 ou 600 mètres. Puis, brusquement, apparaissent des brèches ignées grises, très hétérogènes, avec des cailloux de trachytes phonolitiques, d'andésites ou de labradorites augitiques et surtout de granite. Ces brèches (β^1) sont accompagnées de tufs rouges. Elles coupent le granite et le phonolite inférieur comme à l'emporte-pièce. Ces brèches représentent une cheminée volcanique d'âge postérieur à toutes les coulées que je viens d'énumérer.

Telle est la constitution géologique du cirque des Boutières qui résume à peu près complètement l'histoire volcanique du massif du Mézenc et où, si l'on excepte les phonolites, des roches basiques, allant par transitions insensibles des trachytes aux basaltes en passant par les andésites et les labradorites augitiques, jouent, en somme, le rôle prédominant.

Aux Estables, où le rassemblement devait se faire, la Société est montée en voiture pour se rendre au Monastier. Tandis que certains véhicules prenaient la route du plateau par Freycenet-Latour, d'autres, plus légers, s'engageaient sur le chemin très mal entretenu, pratiqué dans le flanc droit de la vallée de la Gazelle. Cet itinéraire est à recommander pour l'étude des coulées de basalte qui représentent, à la périphérie du Mézenc, les coulées d'andési-labradorites du centre du massif, et qu'on ne peut guère distinguer de ces dernières roches sans le secours du microscope. La route coupe cinq ou six de ces coulées superposées, alternant avec des tufs très

décomposés, d'un rouge vif. Le contact avec le granite a lieu, près de la Vacheresse, par l'intermédiaire d'une formation alluviale, argileuse et cinéritique avec empreintes de plantes.

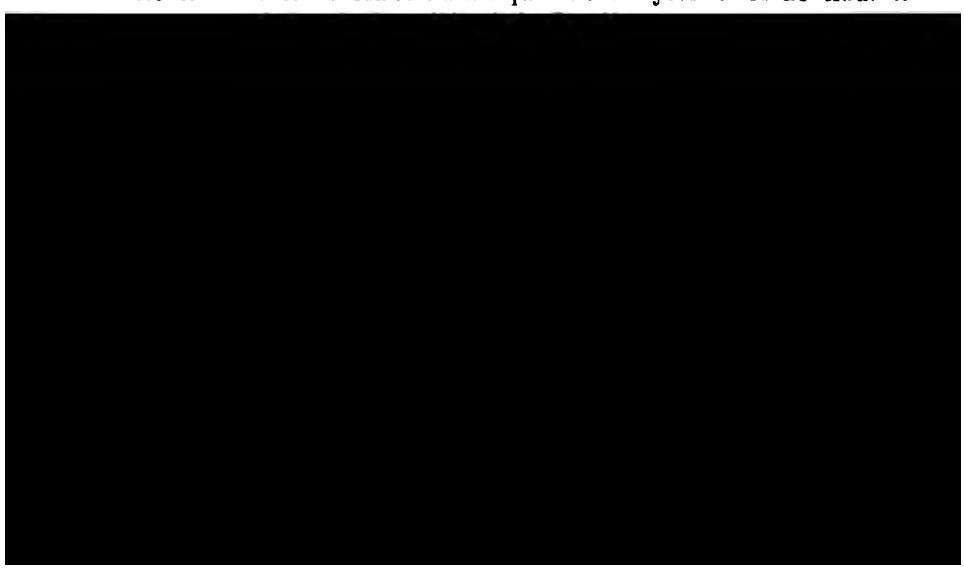
Malheureusement la nuit arrive; on ne distingue plus aucun détail et c'est à la lumière des lanternes de nos voitures qu'une demi-heure plus tard nous échantillonnons la belle andésite augitique de Moulin-Béraud et que nous recueillons les cristaux d'hornblende, de pyroxène et d'andésine des tufs volcaniques de La Besseyre. Quelques minutes après nous sommes au Monastier.

COMPTE RENDU DE LA COURSE DU 20 SEPTEMBRE DU MONASTIER AU PUY,

par **M. Marcellin BOULE.**

Le programme de cette journée ayant été modifié d'un avis à peu près unanime, afin de nous permettre d'arriver au Puy de bonne heure et de nous préparer au départ matinal du lendemain, toute la première partie de l'excursion est abandonnée.

En attendant l'heure du déjeûner, la Société sort du Monastier, se dirige vers l'Ouest et bientôt elle arrive au col qui sépare les deux plateaux du Mont, ou de l'Herm, et du Monastier. De ce point, la vue est très belle sur la chaîne du Velay, en particulier sur les volcans basaltiques de Breysse. Près de nous les



M. KILIAN rappelle que cette espèce n'est autre que *Posidonomya alpina*, Gras, si répandue dans le Bajocien et le Callovien des Alpes. Le *P. alpina* existe aussi, mais moins abondamment dans l'Oolite bajocienne de Bayeux.

Une conversation a eu lieu, dans la carrière même, sur l'origine et l'âge des sables à chailles. M. Fabre a proclamé l'identité des roches jurassiques avec celles qu'il devait nous montrer quelques jours plus tard en place dans la Lozère. Lory, Grüner, etc., avaient autrefois admis que ces éléments provenaient de l'oolithe inférieure du Lyonnais. L'observation de M. Fabre, jointe à la dissémination de pareils dépôts sur beaucoup d'autres points du Plateau central, plus rapprochés de la Lozère que du Lyonnais, tendrait à les faire rapporter au Jurassique des Cévennes. Les silex et les calcaires siliceux ne sont pas toujours suffisamment roulés pour faire croire à un transport bien long. On est ainsi amené à penser que certaines régions du Massif central de la France, exclusivement constituées aujourd'hui par des terrains cristallins, ont été recouvertes de dépôts jurassiques enlevées par les érosions. M. Fabre a donné des preuves de ce fait pour le plateau du Palais du Roi dans la Lozère, dont la surface présente encore quelques petits témoins jurassiques se reliant aux couches régulières de la plaine de Montbel.

Quant à l'âge de ce terrain, on ne peut le fixer que d'une manière tout à fait approximative, en l'absence de documents paléontologiques.

Aux environs du Monastier, les argiles et les sables à chailles succèdent sans discontinuité appréciable aux argiles oligocènes. Il y a, entre ces deux formations, des ressemblances pétrographiques qui tiennent probablement à ce que l'une s'est faite, en grande partie, aux dépens des matériaux fournis par l'autre. Ces ressemblances sont si étroites que, sur les points où les deux terrains sont superposés, il est impossible de trouver la ligne de séparation. De sorte qu'on pourrait être tenté de croire que cette séparation n'existe pas en réalité et que les deux terrains passent l'un à l'autre sans discontinuité ou se confondent l'un dans l'autre. Mais les lambeaux de Freycenet Latour, de Chaudeyrolles, de Séniérose, de Fay le-Froid, situés sur le granite, nous montrent l'indépendance des sables et argiles à chailles s'affirmant par une transgression bien nette. Ce terrain est donc postérieur à l'Oligocène du Bassin du Puy.

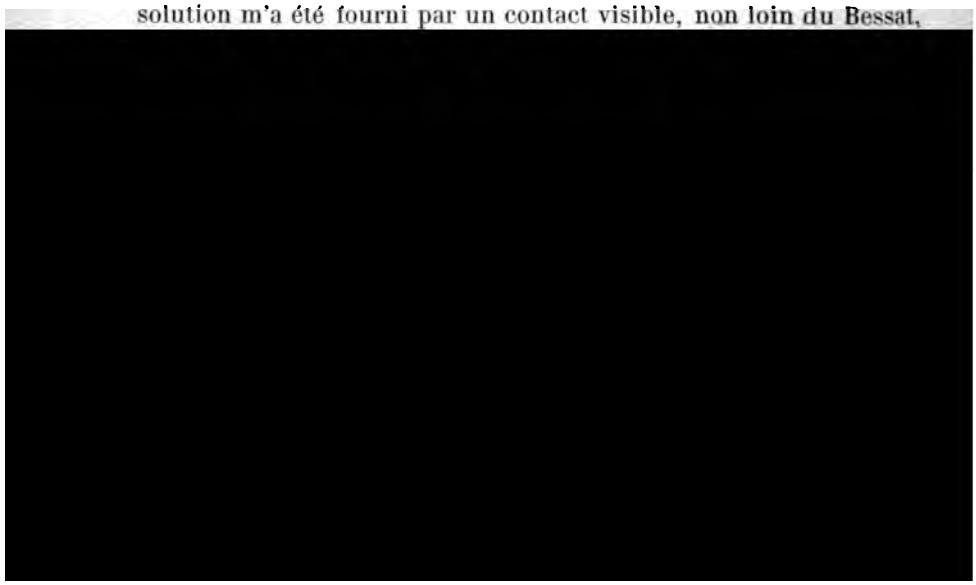
D'un autre côté, il ne saurait être plus récent que le Miocène supérieur car il est dénivelé par les failles de cette époque.

Je suis conduit à le placer dans le Miocène supérieur parce que je lui trouve les plus grandes ressemblances avec les sables tortoniens à *Dinotherium* et *Hipparion* du Cantal. Les analogies pétrographiques sont très remarquables. La présence d'éléments basaltiques est un autre argument en faveur de la même vue. Nous savons bien que les premières éruptions du Velay remontent au Miocène supérieur mais rien ne nous autorise à croire qu'il y en ait eu de plus anciennes. Les sables argileux à chailles offriraient donc, avec certains basaltes miocènes du Velay, les mêmes rapports qui s'observent, dans le Cantal, entre le basalte du Puy-Courny et les sables à *Dinotherium*.

De la briqueterie, la Société se rend aux bords du ruisseau de Laussonne, à 800 mètres en amont de Molines, où l'Oligocène butte par faille contre le granite. Nous ne pouvons en effet quitter le pays sans jeter un coup d'œil sur la roche qui forme le piédestal du massif volcanique. Ce granite, qui occupe les deux tiers de la surface de la feuille du Puy, est caractérisé par de nombreuses enclaves de schistes cristallins et par l'abondance des produits de décomposition de la cordiérite. A ce propos, M. Michel-Lévy a exposé sur place des considérations intéressantes qu'il a bien voulu résumer de la manière suivante :

« Le granite à cordiérite que M. Boule a montré à la Société, m'a rappelé les associations identiques que présentent certains granites du Lyonnais et du Pilate. La cordiérite y apparaît dans les mêmes conditions, comme un résidu de la dissolution des gneiss à cordiérite par la roche granitique.

» L'exemple le plus probant de cet intéressant mécanisme de dissolution m'a été fourni par un contact visible, non loin du Bessat,



lenteur et de ménagements pour conserver leur place aux glandules qui ont résisté aux actions dissolvantes.

» L'assimilation par les granites des roches qui leur servent de salbandes est prouvée (1) par plusieurs autres phénomènes analogues et il semble bien que les granites se soient souvent fait place en transformant les schistes voisins. Dans cet ordre d'idées aucun exemple n'est plus frappant que celui des noyaux de cordiérite encore alignés, au contact des granites avec les gneiss chargés de ce minéral. »

Après le déjeûner, la Société part en voiture pour Le Puy. En traversant le ruisseau de Laussonne, nous quittons définitivement le massif du Mézenc pour rentrer dans le Bassin du Puy. A la Terrasse, les argiles oligocènes sont surmontées de quelques bancs calcaires, avec Limnées et Planorbes, qui sont la continuation des calcaires de Ronzon.

Cette localité est encore remarquable par des coulées scoriacées et des tufs volcaniques pléistocènes d'une grande fraîcheur. Ces basaltes récents ont coulé dans le fond de la vallée qu'encombrent également de grandes masses de basalte pliocène détachées du sommet des plateaux voisins.

Après avoir traversé la Loire à Coubon, nous observons d'autres produits volcaniques, scories et flots de laves, sortis du Mont-Jonet vers la même époque et disposés en placage sur le flanc gauche de la vallée de la Loire dont ils atteignent le fond.

En consultant la carte, nous remarquons que les dernières éruptions du Velay (Issarlès, La Terrasse, Mont Jonet, Denise, Saint-Vidal) sont disposées en une traînée N.-O.-S.-E., parallèle à la chaîne du Velay et à un grand nombre de failles et autres accidents. Ces points éruptifs jalonnent probablement un système de fractures, les dernières qui aient servi de passage aux matières volcaniques.

Malgré leur position au fond des vallées, toutes ces coulées paraissent, au premier coup d'œil, plus anciennes que celles qui suivent, avec fidélité et sur un long parcours, les vallées de l'Auvergne et du Vivarais. Elles sont plus morcelées. Les parties scoriacées ont en grande partie disparu. Nous avons vu, dans notre première journée, que cette supposition est confirmée par les données paléontologiques.

Au col de Taulhac, la route coupe en tranchée la partie supérieure des sables et cailloux roulés à Mastodontes. De ce point, qui domine directement la vallée de la Loire, nous sommes admirablement

(1) Cf. Bull. service carte Géol. 1893, n° 36. Granite de Flamanville.

placés pour apprécier l'importance des changements topographiques survenus dans la contrée depuis le Pliocène moyen et le Pliocène supérieur. La Loire coule à nos pieds à un niveau inférieur de 170 mètres à celui du cours d'eau qui charriait, sur l'emplacement où nous sommes, les cailloux de phonolite arrachés aux cimes que nous apercevons à l'horizon.

Sur l'invitation de M. Gosselet, M. BOULE résume la succession des éruptions du Velay, afin de relier les courses faites aux environs du Puy avec les courses faites au Mézenc et au Mégal.

SUCCESSION DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES DU VELAY

par M. **Marcellin BOULE.**

PL. XX.

Les excursions que nous venons de faire nous ont permis d'apprécier l'importance de la série volcanique du Velay. Cette série comprend un grand nombre de termes marqués par des produits éruptifs de natures variées. Nous avons reconnu l'ordre de superposition de ces produits, leur répartition topographique, les rapports qu'ils présentent avec des formations fossilifères et, grâce aux données paléontologiques, nous avons pu fixer leur âge d'une façon aussi satisfaisante que possible, étant donné l'état actuel de nos méthodes chronologiques.

logique du Velay (1), sur les raisons qui doivent faire considérer cette roche comme datant du Miocène supérieur. J'ai montré que ces basaltes, très développés vers le Sud du massif du Mézenc, se relient à ceux des Coirons, qu'ils en sont le prolongement. Comme l'a dit plus haut notre savant confrère M. Termier, ce fait ne saurait être l'objet d'un doute. Les basaltes de la base de la série volcanique du Mézenc et ceux des Coirons appartiennent donc à la même époque. Or, l'âge des basaltes des Coirons est parfaitement établi par les découvertes de M. Torcapel. On sait que ce géologue a trouvé la faune de Mammifères de Pikermi dans des alluvions et des tufs sous-basaltiques renfermant eux-mêmes des éléments volcaniques.

J'ai découvert et étudié, dans le Mézenc, un certain nombre de dépôts fossilifères analogues à ceux des Coirons. Jusqu'à présent ces dépôts n'ont pas livré des ossements de Mammifères mais les empreintes de plantes que j'y ai recueillies dénotent une flore tout à fait semblable à celle qu'on trouve dans les formations à Mammifères fossiles des Coirons et qui a été étudiée par M. l'abbé Boulay.

Enfin il est bon de rappeler qu'on observe, à Fay-le-Froid, la présence de cailloux roulés basaltiques dans les sables à chailles, lesquels sont traversés par le système de failles qu'on rapporte, dans tout le Plateau central de la France, au Miocène supérieur.

Les éruptions de cette époque jouent dans tous les massifs volcaniques du Plateau central, un plus grand rôle qu'on ne l'avait supposé. Mes dernières explorations dans le Cantal me permettent de multiplier les coulées volcaniques miocènes dont mon excellent maître et ami M. Rames a été le premier à signaler des exemples. Je ne doute pas que dans le massif du Mont Dore, où M. Michel Lévy les a fait connaître, ces éruptions ne soient également très répandues.

Il est d'ailleurs très naturel de constater positivement une étroite coïncidence entre le début de la grande période volcanique tertiaire et l'époque des grandes convulsions orogéniques qui ont édifié le Plateau central.

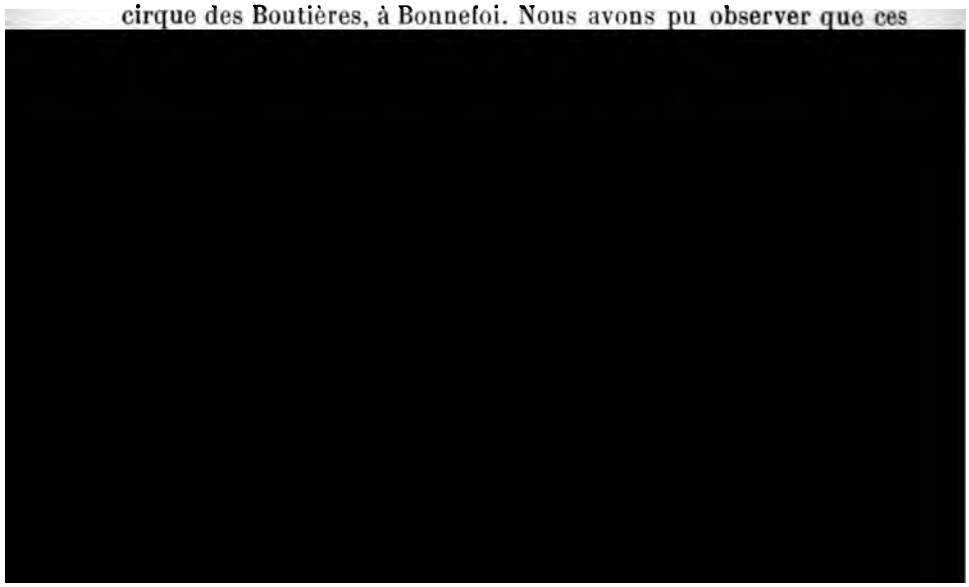
Immédiatement au-dessus du basalte miocène, viennent, dans le Velay, des produits d'épanchements trachytiques. A Queyrières, dans le Mégal, au fond du cirque des Boutières et à Bonnefoi dans le Mézenc, nous avons observé le trachyte directement superposé au basalte miocène et supportant tout le reste de la série. Mais grâce aux caractères pétrographiques assez particuliers de ces

(1) P. 111-119 et pl. XI, fig. 1.

trachytes inférieurs et grâce à certaines dispositions topographiques, nous avons pu leur rattacher un certain nombre de masses isolées, dykes ou coulées qu'on observe autour de Saint-Julien-Chapteuil (Suc de Monac, suc de Monedeyre, Mont-Chanis, etc.) ou au Mézenc (Dents du Mézenc, etc.). Ces éruptions trachytiques ont, par suite, une importance assez considérable.

La grande dispersion, l'isolement, le morcellement des masses de trachyte inférieur, la rareté des produits de projection me portent à croire qu'après la sortie de ces roches se place un intervalle de repos et de calme, d'assez longue durée.

Mais quand l'activité volcanique se réveilla, elle se manifesta avec une intensité extraordinaire. A cette nouvelle phase éruptive correspondent en effet, dans les montagnes orientales du Velay, une série de coulées entassées sur des épaisseurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Tous ces produits, parfois assez différents les uns des autres, ont pourtant entre eux des caractères communs et, qu'on me pardonne l'expression, comme un air de famille. Ce sont des roches noires ou de couleurs très sombres, riches en microlites d'augite, dont les éléments feldspathiques varient de l'oligoclase au labrador, offrant tous les passages entre les andésites augitiques franches, sans trace d'olivine, et les basaltes les plus basiques. Nous avons échantillonné des andésites augitiques, à Raffy, près de Queyrières, à Saint-Front, à Moulin-Béraud; des andési-labradorites et des labradorites à Queyrières et un peu partout au Mézenc; des basaltes compactes à Fay-le-Froid, à Bonnefoi, dans la vallée de la Gazelle, au Monastier, etc., des basaltes porphyroïdes, à la Jame, près de Queyrières, au fond du cirque des Boutières, à Bonnefoi. Nous avons pu observer que ces



largement étalées sur de grandes surfaces. Ces *trachytes supérieurs* se rattachent à la série des andésites augitiques et des labradorites par leurs caractères physiques et ils n'en diffèrent guère, au point de vue minéralogique, que par la nature plus acide de leurs feldspaths.

Il faut insister sur l'unité de cette série éruptive comprise entre les trachytes inférieurs et les phonolites, unité qui ressort à la fois de la composition minéralogique, du cachet pétrographique, de la stratigraphie et de la répartition des coulées. Cette phase d'activité volcanique a dû être à peu près continue, sans grands intervalles de repos, l'expression étant prise évidemment dans le sens géologique. Partout où on les observe, les déjections qui lui correspondent sont régulièrement superposées : les laves compactes alternent avec des lits de projections que les érosions n'ont pas eu le temps d'enlever. Mais il ne faudrait pas croire pour cela que cette phase a été de courte durée. Sur certains points, les coulées superposées, au nombre d'une dizaine environ, atteignent une épaisseur totale de 300 et même de 400 mètres! Malgré les caractères qu'elles présentent en commun, les variations pétrographiques de ces coulées indiquent plusieurs changements dans le régime du grand volcan du Mézenc au cours de cette période.

Le calme régna ensuite pendant longtemps dans le Velay. L'érosion entama profondément les grands champs de lave dont je viens de parler. Des vallées furent creusées, avant le réveil des feux souterrains, au milieu des coulées anciennes et les nouveaux épanchements volcaniques se firent souvent dans le sein même de ces vallées, de sorte que nous constatons aujourd'hui une discordance générale très nette entre les produits de ces épanchements et ceux de la série précédente.

Ce nouvel épisode fut marqué par la sortie des phonolites. Je ne reviendrai pas ici sur ces roches qui donnent au Velay sa caractéristique si forte et si curieuse. Je n'énumérerai pas les exemples de dykes ou de coulées que la Société a étudiés, car cette énumération serait trop longue. J'appellerai simplement l'attention sur le cachet tout à fait spécial et sur l'isolement dans le temps de cette phase d'activité volcanique.

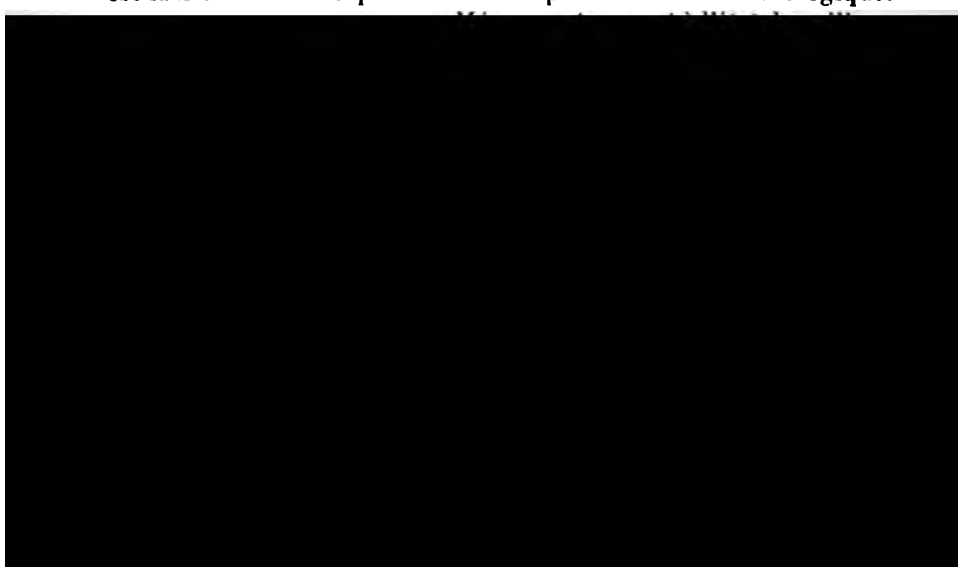
De même, nous venons de le voir, qu'elle a succédé à un long intervalle de repos, de même après le paroxysme qui édifia les montagnes phonolitiques, il y eut une grande période de tranquillité pendant laquelle les agents atmosphériques dégradèrent toute la contrée volcanique. Ainsi que l'a si bien fait observer M. Termier,

c'est pendant cette période de tranquilité que la vallée de Rechareng fut creusée dans la masse des phonolites et des laves plus anciennes sur une profondeur d'au moins 300 mètres. Je pourrais citer un grand nombre d'exemples analogues.

Les massifs volcaniques du Mégal et du Mézenc étaient donc déjà démantelés, ruinés en partie quand eurent lieu de nouvelles éruptions, de sorte que celles-ci furent d'une nature toute différente. Une foule de petits volcans basaltiques s'établirent un peu partout à la surface de tout le district volcanique, encombrant les vallées ou couronnant les plateaux. Leurs laves constituent le *basalte semi-porphyroïde*, qui se reconnaît toujours facilement et que nous avons étudié en plusieurs endroits, notamment sur les plateaux qui séparent le Mégal du Mézenc. Quant aux produits de projection, aux cônes de scories, l'érosion les a fait disparaître presque en totalité et ce seul fait dénote la grande antiquité de ces éruptions.

Si nous laissons de côté quelques rares lambeaux basaltiques sur l'âge desquels nous n'avons aucune donnée et qui sont peut-être un peu plus récents, nous pouvons dire que c'est par la sortie du basalte semi-porphyroïde que la partie orientale du Velay, c'est-à-dire les massifs du Mégal et du Mézenc, ont épuisé leur activité volcanique.

Quel est l'âge des divers produits éruptifs dont nous venons d'établir la succession ? Nous avons vu que les plus anciens datent du Miocène supérieur. A quelle époque correspondent les plus récents ? Tous ceux de nos confrères qui m'ont fait l'honneur de suivre les excursions autour du Puy savent que la réponse à cette question est facile. Ils savent que toutes les espèces et variétés lithologiques



lifères, l'une du Miocène supérieur, l'autre du Pliocène moyen. On peut donc les rapporter au Pliocène inférieur.

Je ne m'explique pas qu'en présence de constatations aussi claires, constatations qu'il a pu faire lui-même avec tous ses confrères, M. Depéret ait pu déclarer que nous n'avions aucun moyen de préciser l'âge des éruptions du Mégal et du Mézenc. Je ne sache pas, en effet, que malgré les grands et consciencieux efforts de beaucoup de savants, au nombre desquels il faut comprendre M. Depéret, on ait réussi à distinguer plusieurs niveaux dans les divers étages du Pliocène. Dès lors je ne vois pas comment on pourrait arriver à une plus grande précision.

On peut simplement faire quelques remarques intéressantes. Il est probable, par exemple, que beaucoup de basaltes attribués par M. Termier et par moi au Pliocène inférieur, faute de preuves suffisantes, doivent être rapportés au Miocène supérieur. Les basaltes miocènes n'ont pu être déterminés, comme tels, que dans la région du Mézenc qui confine à l'origine du Plateau des Coirons ou bien quand nous les avons vus supportant le trachyte inférieur. Mais beaucoup de coulées inférieures, reposant directement sur le granite, sont peut-être de la même époque. On pourrait être tenté, par analogie avec ce qu'on observe au Cantal et peut-être aussi au Mont Dore, de regarder également comme antérieurs au Pliocène les trachytes inférieurs. Nous avons vu, en effet, qu'un intervalle de repos considérable semble avoir séparé l'éruption de ces trachytes de l'éruption des laves augitiques.

Entre la sortie de celles-ci et la poussée phonolitique, nous avons constaté un nouvel intervalle de repos, marqué par des ravinements considérables. Cette considération, jointe au désir de tenir compte des vues de M. Depéret sur l'âge des diverses faunes de Mammifères pliocènes, m'avait engagé, lors de la publication de mon mémoire descriptif, à considérer les phonolites comme datant de la première partie du Pliocène moyen, parce que je regardais les alluvions à Mastodontes du Velay comme représentant simplement la partie supérieure de cette division (1). Aujourd'hui je serais d'une opinion un peu différente. Mais ce n'est là qu'une question d'accolade à laquelle je n'attache pas grande importance.

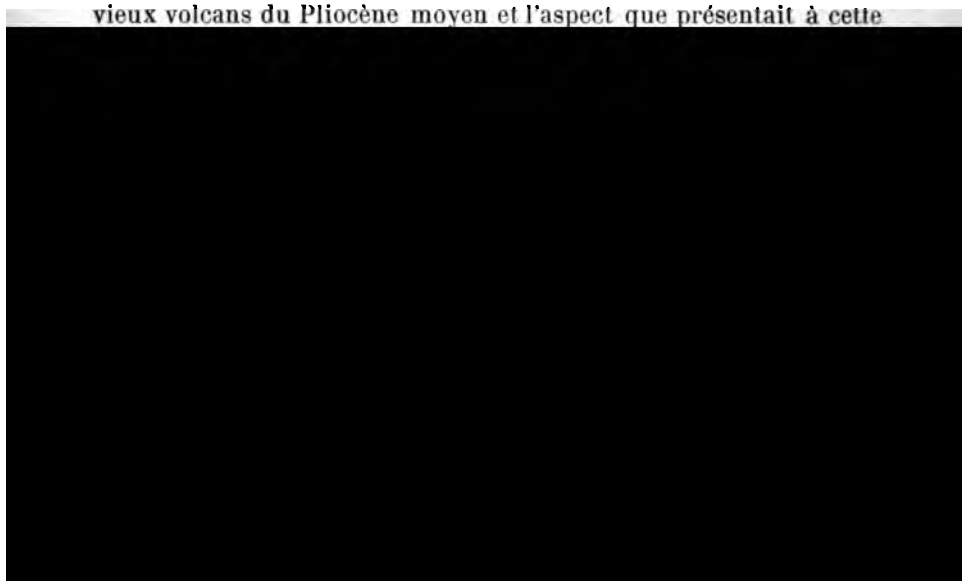
Enfin, les basaltes semi-porphyroïdes peuvent être rapportés avec sûreté au Pliocène moyen. Il est bien vrai qu'on en trouve déjà quelques débris dans les sables à Mastodontes, mais ces débris

(1) C'est ainsi que sur la carte les phonolites sont désignés par le signe φ^{o} la notation *zéro* s'appliquant au Pliocène moyen.

sont relativement rares; nous savons d'ailleurs qu'une grande période de tranquilité sépare la consolidation des produits phonolitiques de l'établissement des volcans basaltiques du Mézenc et du Mégal; j'ai fait remarquer plus haut qu'à cette période de tranquillité correspond le creusement de profondes vallées. Ce sont les matériaux enlevés à la montagne pendant cette époque qui sont venus s'accumuler dans le bassin du Puy et y former les Sables à Mastodontes. Les basaltes semi-porphyroïdes se relient, en effet, stratigraphiquement et minéralogiquement aux basaltes intercalés dans la formation alluviale du Pliocène moyen.

Ces basaltes semi-porphyroïdes, les derniers produits éruptifs du Mézenc et du Mégal, servent donc de trait-d'union entre ces massifs et la partie occidentale du Velay, où les manifestations volcaniques, à peu près inconnues jusqu'au Pliocène moyen, vont se manifester avec violence à partir de cette époque.

Nos courses aux environs de Puy nous ont permis de constater l'importance des formations du Pliocène moyen et la variété des phénomènes qui se sont succédé pendant cette époque. Nous avons étudié à Ceyssac, à Vals, à Denise, à Polignac, à Cheyrac, dans l'intérieur même de la ville du Puy, des alternances nombreuses de sables et graviers fossilifères du Pliocène moyen avec des coulées de basalte compacte et avec des amas de projection qui forment les brèches basaltiques connues de tout le monde. En même temps que nous nous rendions compte de l'unité de cet ensemble, de la liaison intime de toutes ces formations, nous avons cherché à relier entre eux tous ces rochers isolés, ces escarpements ruiniformes de brèches. Nous avons pu reconstituer, par la pensée, les vieux volcans du Pliocène moyen et l'aspect que présentait à cette



du Pliocène supérieur. A cette époque les Mastodontes, les Tapirs, les Antilopes avaient disparu du Plateau central. L'Éléphant méridional régnait au milieu d'une faune différente de celle des Sables à Mastodontes. On trouve ses débris un peu partout dans les tufs volcaniques, les alluvions et les divers dépôts d'atterrissement du Pliocène supérieur. Nous avons observé à Denise une formation bien intéressante qui a livré de beaux restes de l'énorme Proboscidien. Or, la Société a pu se convaincre que cette formation, constituée par des brèches et des tufs plus ou moins remaniés, mais d'origine volcanique, est en stratification nettement discordante avec les formations du Pliocène moyen. Elle a pu se rendre compte des changements topographiques survenus dans la contrée entre l'époque des Mastodontes ou du Pliocène moyen et l'époque de la faune à *Elephas meridionalis*. La montagne de Denise n'existait pas au Pliocène moyen ; elle était rattachée aux accidents topographiques environnants, notamment au rocher de Polignac. Son isolement, par le jeu des érosions, s'est effectué avant la formation des tufs à *Elephas meridionalis*, puisque ceux-ci la revêtent de tous côtés d'un placage qui arrive très près du fond des vallées actuelles.

Les géologues qui se basent sur l'étude des dépôts marins, notamment M. Depéret, ont cru pouvoir déclarer que le Pliocène supérieur, y compris ce que je considère comme appartenant au Pliocène moyen, ne représente qu'une partie relativement peu importante du Pliocène. Le seul argument qu'ils aient fourni à l'appui de cette hypothèse est tiré de l'épaisseur des dépôts marins du Pliocène. Mais, pour ne citer qu'un exemple, plus familier que tout autre à M. Depéret, nous voyons que l'ensemble des dépôts marins du Roussillon, appartenant au Pliocène inférieur et au Pliocène moyen de M. Depéret, n'ont qu'une épaisseur totale de 80 mètres (1). Et comment peut-on démontrer que le laps de temps correspondant à ces dépôts est plus grand que le laps de temps correspondant, soit à nos 120^{m} de sables à Mastodontes (Pliocène moyen), soit au creusement d'un système de vallées profondes de 250^{m} (Pliocène supérieur) ? Les quelques observations que nous possédons sur la vitesse de formation des dépôts marins, dans les conditions topographiques où se trouvait le golfe pliocène du Roussillon, sont loin d'appuyer de tels raisonnements ; elles sont plutôt de nature à les combattre.

Je crois que tous les géologues ayant étudié les massifs volcani-

(1) Depéret, *Thèse* p. 88.

ques du Centre de la France sont convaincus de la grande durée des temps géologiques qui correspondent au développement de la faune à *Elephas meridionalis* et plus encore de ceux qui correspondent à la faune des Mastodontes. Pour ma part, je vois, dans la succession des événements qui ont marqué le Pliocène, une concordance parfaite entre les divisions qu'on peut établir d'après l'évaluation de la durée de ces événements et la succession des diverses faunes de Mammifères, et c'est encore une raison de plus pour me faire conserver les divisions que j'ai adoptées dans l'exposé de mes recherches.

Je n'ai plus qu'à ajouter quelques mots pour compléter l'histoire chronologique des éruptions du Velay. Nous avons observé, dans nos courses, un certain nombre de coulées basaltiques disposées en terrasses sur le flanc des vallées et marquant ainsi les diverses étapes du creusement de ces vallées.

Enfin, certaines coulées (Orgues d'Espaly, Mont-Jonet, la Terrasse, Saint-Vidal, etc.) arrivent jusqu'au fond des vallées. Le gisement fossilifère des Rivaux, au pied de la montagne de Denise, nous a permis de fixer l'âge de ces éruptions, lesquelles sont postérieures au Pliocène supérieur et antérieures à cette faune du Quaternaire que caractérisent l'association de l'*Elephas primigenius*, du *Rhinoceros tichorhinus* et du Renne. A en juger par la découverte qui fit tant de bruit dans la science, l'Homme paraît avoir été le témoin des dernières convulsions volcaniques du Velay.

Tel est le tableau que, dans l'état actuel de la science, on peut tracer des éruptions volcaniques du Velay et de leur chronologie. J'aurais voulu le faire plus complet, j'aurais désiré *préciser* certains traits, de manière à satisfaire toutes les exigences. Mais qui pourrait avoir

massifs de la Margeride (1554m), du Mont Lozère (1702m) et de l'Aigoual (1567m). Reliant entre elles ces hautes montagnes aplaties au relief usé, s'étendent des régions plus basses ; l'une, gneissique et peu érodée, constitue, aux sources de l'Allier, le *haut Gévaudan*, que la Société doit traverser ; l'autre, schisteuse et profondément creusée par les innombrables sources du Gardon, c'est *la Cévenne* ; la troisième, enfin, comprend le curieux pays des *Causses* calcaires, ancien golfe jurassique comblé par les sédiments.

La Société aura à visiter en détail le fond de ce golfe ; elle pourra voir les témoins de son extension ancienne vers l'Est et les traces de son ancienne jonction avec le bassin du Rhône.

M. Boule invite les Membres de la Société à se partager une collection de petites concrétions de silex résinite connues sous le nom de « dragées de Glavenas » et que M. Vernières met à leur disposition.

M. **Marcel Bertrand** informe la Société que M. Termier est d'accord avec les membres qui l'ont suivi dimanche dernier à Saint-Pierre-Eynac pour considérer l'Oligocène de cette localité comme un dépôt de rivage. Il désire qu'il en soit fait mention au procès-verbal.

M. **Hedde**, au nom de ses compatriotes qui ont pris part aux excursions, remercie la Société, et particulièrement M. Boule, de les avoir accueillis avec tant de cordialité.

Séance du 23 Septembre 1893, à Bagnols-les-Bains

PRÉSIDENCE DE M. BOULE.

La seance est ouverte à huit heures et demie, dans une des salles de l'Hôtel des Bains.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU 21 SEPTEMBRE 1893 DU PUY A LANGOGNE

par M. **Marcellin BOULE.**

Les Membres de la Société géologique qui ont pris part à la Réunion du Puy m'en voudraient certainement si je ne consacrais

quelques mots, au début de ce compte-rendu, à un évènement qui, pour n'être pas d'une nature purement géologique, n'a pas moins laissé parmi nous le plus agréable souvenir. Je veux parler de la belle et cordiale réception de la ville du Puy. Qu'il me soit permis de renouveler ici tous nos remerciements à M. le Maire et à ses collègues pour l'agréable soirée qu'ils nous ont offerte. Ils ont tenu à montrer, pour la seconde fois, à la Société géologique de France, que non-seulement la ville du Puy est une des plus pittoresques du monde entier, mais qu'elle est une des plus éclairées et des plus hospitalières. Je tiens à remercier également la *Société scientifique et agricole de la Haute-Loire*, qui a fait hommage à chacun de nous d'un exemplaire du joli *Guide* préparé et édité par ses soins.

Bien que la soirée se fût prolongée fort tard, la Société quittait le Puy le lendemain matin, 21 septembre, à 5 heures du matin et s'embarquait en chemin de fer pour Rougeat.

Après avoir décrit une forte courbe qui permet d'admirer, de divers côtés, le panorama de la ville du Puy et des environs, la ligne traverse la Borne à Espaly et remonte la vallée sur le flanc gauche, en contre-bas des formations volcaniques de Denise et de Sainte-Anne. Des tranchées et de nombreux escarpements naturels fournissent de belles coupes dans les argiles oligocènes. Aux Estreys, près de Saint-Vidal, la vallée est barrée, d'une façon très pittoresque, par une grande masse de basalte quaternaire, que le chemin de fer traverse en tunnel.

A Borne, où elle quitte la rivière du même nom pour s'élever sur les plateaux basaltiques, les sables pliocènes sont très développés

un curieux exemple de phénomènes mécaniques exercés par la pression d'une coulée de basalte sur des produits de projection. Ceux-ci sont bouleversés et offrent, en petit, l'image des failles et des plissements que montrent les coupes des gisements de houille.

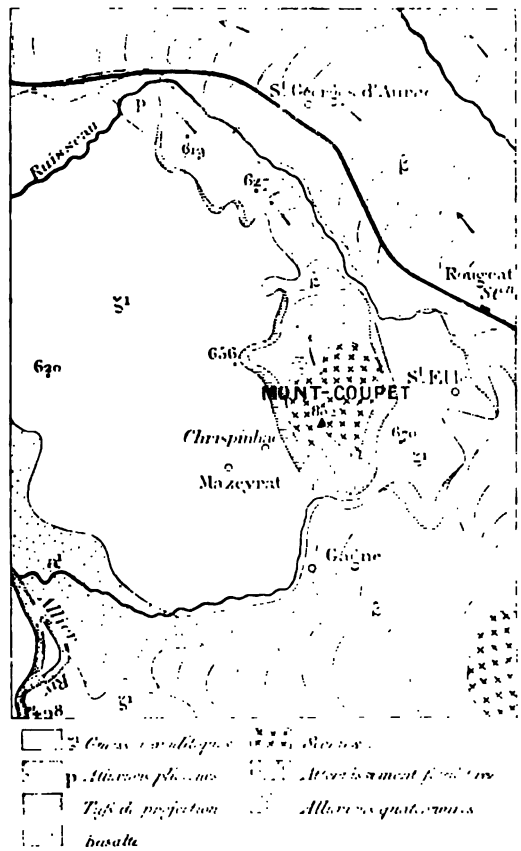


Fig. 23. — Carte géologique du Mont-Coupet et des environs.

Nous traversons le petit village de Saint-Eble et quelques minutes après nous sommes au pied de la montagne du Coupet, but principal de notre excursion matinale.

La montagne du Coupet est connue depuis longtemps des géologues, à cause des gemmes et des ossements fossiles qu'on y recueille. C'est un cône de projections et de scories, assis sur un socle de gneiss granulitiques et qui domine de 140 mètres le plateau environnant (fig. 23). La partie supérieure offre une dépression qui

représente les traces d'un cratère. Vers la base du cône, les scories reposent sur un tuf aggloméré, à petits éléments. Une coulée de basalte s'intercale, au Nord, entre le cône de projections et les tufs ; elle se développe sur la rive gauche du ruisseau de Saint-Eble et se termine en pointe après un parcours de 3 ou 4 kilomètres. Là, elle repose sur des alluvions anciennes, quartzeuses, sans éléments volcaniques et sur l'âge desquelles on ne possède aucune donnée (1). La fraîcheur de cet appareil volcanique l'a fait considérer comme datant tout au plus de l'époque quaternaire.

Or, sur le flanc sud de la montagne, se trouve un dépôt d'atterrissement reposant sur les scories et résultant de la dégradation du cône volcanique. On y trouve, avec diverses gemmes, saphirs, zircons, grenats, beaucoup de débris osseux appartenant à *Machairodus*, *Felis*, *Hyæna*, *Hystrix*, *Mastodon arvernensis*, *Rhinoceros etruscus*, *Tapirus arvernensis*, *Equus Stenonis*, *Cervus Pardinensis*, *Palæoreas torticornis*, etc. C'est la faune des sables à Mastodontes des environs du Puy. Malgré son bon état de conservation, le volcan du Coupet est donc beaucoup plus ancien qu'on ne le croyait, puisqu'il date du Pliocène moyen.

Dans une localité située sur les bords de l'Allier, à quelques kilomètres à l'ouest du Coupet, une nappe de basalte située à 30 mètres seulement au-dessus de la vallée (profonde en ce point de 300 mètres) est datée par les mêmes fossiles.

Cela nous prouve que le creusement de la vallée actuelle de l'Allier est plus ancien que le creusement de la vallée actuelle de la Loire, laquelle est établie, aux environs du Puy, au milieu des terrains du Pliocène moyen et du Pliocène supérieur.

La Société a pu vérifier tous ces faits. Le flanc oriental du cône

aux scories et aux lapillis, exploités ici même comme pouzzolane, s'est montrée aussi évidente que possible.

Au hameau de Gagne, où nous nous sommes rendus pour prendre la route de Langeac, nous avons pu observer un phénomène curieux de métamorphisme basaltique. Bien qu'il soit connu depuis longtemps, on n'a pas souvent l'occasion d'en voir des exemples et il est bon de signaler des localités d'une manière précise. Il s'agit de la division en petits prismes réguliers, sous l'influence du basalte, du terrain sur lequel cette roche a coulé. A Gagne, nous avons vu le basalte reposer sur une alluvion argileuse par l'intermédiaire d'une jolie colonnade en miniature composée de prismes de 20 à 30 centim. de hauteur et de 1 à 2 centim. de diamètre. J'ai signalé ailleurs d'autres localités présentant le même phénomène.

A 2 kilomètres au-delà de Gagne, nous arrivons sur une belle terrasse de cailloux roulés quaternaires dominant l'Allier d'une vingtaine de mètres. Chemin faisant, nous causons du renversement des gneiss sur le terrain houiller de Langeac et nos confrères se montrent de loin les puits creusés dans les roches cristallophylliennes pour aller à la recherche du charbon. Bientôt après nous sommes à Langeac où nous devons reprendre le train jusqu'à Langogne.

Entre ces deux localités, la ligne du chemin de fer de Paris à Nîmes ne quitte pas le fond de la vallée de l'Allier et suit fidèlement toutes les sinuosités du cours d'eau ; aussi le trajet est-il des plus pittoresques et des plus instructifs. M. Noblemaire, directeur de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, avait bien voulu faire mettre à notre disposition un wagon-salon muni de larges baies, qui nous a permis d'admirer le paysage et de faire plusieurs observations intéressantes. Nous envoyons à M. Noblemaire l'expression de notre reconnaissance.

D'abord située sur les micaschites, la voie ferrée s'engage entre Saint-Julien-des-Chazes et Prades sur le granite porphyroïde. De chaque côté de l'Allier, des coulées de basalte, descendues de la chaîne du Velay, se tiennent à une faible hauteur au-dessus du thalweg, tandis que du côté de la Loire nous avons vu ces mêmes coulées couronner les plateaux. Avec ses vieilles églises, ses châteaux ruinés, ses nombreux villages, ses prairies et ses bosquets, cette partie de la vallée de l'Allier a un aspect tout à fait romantique. Vers Monistrol, le thalweg se resserre et l'encombrement de la vallée par les masses basaltiques est des plus pittoresques. Le granite porphyroïde de la Margeride est remplacé ici par les gneiss

granulitiques. Entre Monistrol et Alleyras, les gorges, profondes de 500 m. deviennent tout à fait grandioses et peuvent passer pour une des merveilles naturelles du Massif central de la France. Au sortir de la station d'Alleyras la voie est établie en contre-bas d'une colonnade basaltique reposant, à 35 m. environ au-dessus du thalweg, sur des alluvions anciennes qui nous donnent le niveau moyen du lit de l'Allier à l'époque des éruptions de la chaîne du Velay.

Après avoir franchi un massif de granulite de 5 à 6 kilomètres de largeur, le chemin de fer quitte la Haute-Loire pour entrer dans la Lozère et arriver bientôt à Langogne.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU JEUDI 21 SEPTEMBRE 1893 A LANGOGNE,

par M. **G. FABRE**.

Arrivée à Langogne par le train de midi 23', la Société a déjeuné au buffet de la gare et s'est rendue de là sur les hauteurs de Beauregard, au sud de Langogne, pour y prendre une vue d'ensemble du petit bassin tertiaire de Naussac et des montagnes du haut Allier.

En sortant de la gare et se dirigeant vers le cimetière, on trouve à gauche une excavation qui montre une grande masse de granulite grenue à mica blanc, très altérée, et qui a été ici exploitée comme sable ; elle est surmontée d'un dépôt de cailloux roulés, ancien lit

desquels les feuillets de mica noir se contournent ; c'est le gneiss glanduleux ou gneiss *œillé* qui constitue la variété la plus commune dans le bassin du haut Allier.

Tous les gneiss sont ici en feuillets verticaux dirigés N.-S. et il n'est pas rare d'y voir des bandes de granulite qui semblent interstratifiées dans les gneiss, mais qui en réalité sont des injections parallèles à la schistosité ; ces bandes de granulite sont souvent chargées de tourmaline noire ; la Société a pu en recueillir de nombreux échantillons.

A mesure qu'on s'élève sur la colline, la granulite devient prédominante ; mais elle est à l'état d'arène ; aussi les murs en pierre sèche cessent, et au sommet de la côte, à l'altitude de 996 m., la vue s'étend librement de tous côtés ; on est au signal de Beauregard, signal bien nommé à cause de la vaste étendue panoramique qu'il permet d'embrasser, malgré sa situation peu dominante ; c'est un horizon de 15 kilom. de rayon qui se développe autour de l'observateur sur une des parties les moins désolées du Haut-Gévaudan, sur une de celles où la déforestation imprévoyante du Moyen-âge a été poussée le moins loin.

Au sud, les plateaux de gneiss, coupés par les vallées de l'Allier et du Langouyron, s'élèvent monotones et mollement mamelonnés jusqu'aux limites de l'horizon, où ils prennent le nom de *Monts de Mercoire* (1501m), monts chauves et déboisés.

A l'ouest, les allures topographiques sont les mêmes : des plateaux succédant aux plateaux et s'élevant petit à petit jusqu'à 1300m d'alt., où ils se profilent sur le ciel par une ligne d'une remarquable horizontalité : toute cette région, assombrie par d'interminables bois de pins, est granitique : elle s'abaisse vers le N.-O. et se raccorde avec un bassin à fond plat que limite visiblement un escarpement rectiligne dont le pied est jalonné par les hameaux de la Ponteyre, de la Rougière et de Naussac.

Au nord du point où la Société s'est arrêtée, et à 2 kilom. de distance, un relief assez saillant attire la vue sous forme d'une petite montagne à pentes raides boisées et à sommet aplati, c'est le *Mont Milan*, butte de granulite qui offre à son sommet une enceinte fortifiée gauloise (1) et qui domine l'entrée des gorges de l'Allier.

(1) L'enceinte ou *castellum* du Mont Milan encerne un plateau de 2 hect. environ ; les murs, si l'on en juge par le prodigieux bourrelet de débris, devaient avoir une hauteur de 10 à 12 mèt. avec une épaisseur au moins égale ; la porte tournée vers le N. était défendue en avant par un retour de la muraille formant une sorte de chemin couvert.

Au-delà, et dans la même direction du N., la vue s'étend jusqu'à la haute planèze basaltique des *Monts du Velay*, couronnée par la chaîne du Devez, chaîne de buttes volcaniques arrondies, au relief émoussé, dont la Société avait pu suivre de l'œil la monotone silhouette du haut des côteaux de Lherm (journée du 20 sept.).

Vers le N.-E. et l'E., et à la même distance moyenne de 10 ou 15 kilomètres, se profile l'extrémité de la Planèze, puis le cône volcanique du *Tartas*, puis celui du *Chapelas* (1404), et plus loin au S.-E. les reliefs granitiques insignifiants de la forêt de Bauzon qui culminent à 1509 mètres d'altitude au sud du Montgros. La Société a pu se rendre compte comme le matin au Mt Coupet de l'antiquité considérable de la vallée de l'Allier; les coulées des volcans anciens ont descendu les pentes et sont arrivées dans les parties basses de la vallée; telle la coulée du volcan de Bonjour, à 4 kilomètres O. de Langogne, telle surtout la grande coulée du Chapelas qui s'est largement étalée au fond de la vallée de l'Allier aux environs du hameau de Concoules, à 30 mètres à peine au-dessus du niveau actuel de la rivière.

M. Fabre a attiré spécialement l'attention sur l'aspect émoussé, usé, de toute la topographie du Haut Gévaudan; si par la pensée on fait abstraction des vallées à pentes assez raides qui sont tributaires de l'Allier et qui ont creusé dans l'ensemble du pays des sillons sinueux profonds d'une centaine de mètres seulement, on demeure frappé de ce que toutes les cimes aplaties des plateaux paraissent tangentes à un plan incliné qui serait ainsi l'ancienne surface topographique du pays.

C'est là sans doute un vestige de l'état ancien du relief tertiaire avant que l'exhaussement général de la région à l'époque pliocène ait imprimé à l'érosion une puissance nouvelle

Nucula ?
Astarte lurida ?
Lima heteromorpha.
Posidonomya Vellava.

La Société a pu constater sur les plus gros silex, c'est-à-dire sur ceux qui atteignent le poids de 1 à 2 kilos, que leurs surfaces extérieures sont souvent botyroïdes, et peu usées, comme si le gisement jurassique dont ils sont les derniers restes, le résidu de lavage pour ainsi dire, ne se trouvait pas originairement très éloigné.

M. Fabre a expliqué que ce dépôt de cailloux roulés n'était pas localisé à la butte de Beauregard, mais qu'il s'étendait sous forme de lambeaux discontinus jusqu'à 12 kilom. au N.-O. de façon à occuper le fond du bassin de Naussac ; que ce bassin aux formes orographiques si molles a dû être entièrement comblé à l'époque tertiaire oligocène par des argiles sableuses de même nature et probablement aussi de même âge que celles des bassins du Puy et de l'Emblavès dans le Velay. Ici ces argiles sableuses sont colorées des teintes rouges les plus vives ; elles ont été démantelées et en majeure partie déblayées par les érosions pliocène et quaternaire qui n'en ont laissé subsister que divers lambeaux ; le plus important d'entre eux attire de loin la vue par l'éclat rutilant de ses assises au hameau bien nommé de la Rougière.

Sur ces argiles rutilantes s'étendent des nappes de cailloux roulés de quartz et schiste contenant des chailles jurassiques ; le contact se fait par ravinement ; la grosseur et l'abondance des chailles diminuent assez rapidement quand on se dirige de Beauregard où se trouve la Société jusqu'à l'autre extrémité du bassin au-delà de Naussac.

M. Fabre infère de là que les dépôts jurassiques auxquels les chailles ont été empruntées se trouvaient au sud de Langogne ; les lambeaux jurassiques les plus rapprochés que la Société doit visiter demain sont encore à près de 20 kilom. M. Fabre ajoute que sur le sommet de beaucoup de plateaux dans le haut bassin de l'Allier on rencontre épars sur le sol, des cailloux roulés ; que ces dépôts de cailloux sont même assez abondants pour avoir pu être parfois indiqués sur la carte, l'un à 2 kilom. nord de Cheylard-l'Evêque, l'autre à 3 kilom. est du même village. M. Fabre voit dans ces dépôts insignifiants les restes de nappes de cailloux qui sont les plus lointains vestiges des cours d'eau à l'époque tertiaire ; c'est uniquement par analogie avec les dépôts analogues du Velay et du

Cantal qu'il les a rapportés à l'étage tortonien ; aucun ossement n'y a jamais été rencontré (1).

En quittant le côteau de Beauregard et en s'avançant vers le N., c'est-à-dire dans la direction du Cheylaret et du Mont Milan, la Société a marché sur un assez large chemin qui occupe la partie culminante du plateau et qui domine au loin le pays environnant ; c'est une partie de l'ancienne voie romaine, dite voie Regordane, qui reliait Nîmes à Clermont. L'usure de la chaussée a mis le roc à nu, et a permis d'étudier le passage assez brusque de la granulite au gneiss granulitique et puis au micaschiste ; celui-ci est injecté entre ses feuillets par de minces filonnets de feldspath et de quartz granulitique qui parfois s'élargissent en nodules de pegmatite graphique. Tout l'ensemble de la série forme des feuillets verticaux orientés N.-S. ; aux approches du Cheylaret, des filons minces (0m25) de granulites riches en mica blanc, apophyses du grand filon marqué sur la carte, recoupent les micaschistes perpendiculairement à leur direction.

Revenant sur ses pas à travers des champs cultivés où le sol était jonché de cailloux roulés et de chailles jurassiques, la Société a passé à côté d'une tuilerie où l'on exploite un lehm superficiel local, et, pour rentrer à Langogne, elle a traversé l'extrémité de la coulée basaltique de Barres, sortie du cratère de Bonjour, le plus méridional des volcans de la rive gauche de l'Allier. Ce basalte, plein de grosses boules de péridot, est remarquable par la belle dimension des cristaux d'amphibole qu'il a englobés. On a pu voir la coulée se terminer en pointe à peu de distance des premières maisons de Langogne et y former un escarpement qui domine d'une quinzaine de mètres la route nationale.

Ayant repris le train à 4 heures 40′, la Société a pu jeter un rapide coup d'œil sur le vallon de l'Allier que la voie ferrée remonte tantôt sur une rive, tantôt sur l'autre dans des tranchées creusées en plein gneiss granulitique œillé. Des deux côtés de la vallée les côteaux diminuent de relief à mesure qu'on s'élève et conservent des formes arrondies, usées, sans rochers saillants.

De la station de la Bastide au couvent de N.-D. des Neiges, le trajet de 3 kil. est fait rapidement à pied sur les micaschistes par

(1) Des dépôts analogues de cailloux de quartz existent sur le causse d'Espères, c. de St-Léger de Peyre, aussi au sommet du Truc du Midi, près de l'aven de ce nom, au sud de Marvejols, aussi entre Pagros et Sebenge, près de St-Flour (Cantal), à la Rouvière, c. de St-Alban (Lozère) ; des chailles siliceuses se trouvent avec les cailloux de quartz, entre Montchamp et Chabasson, dans le c. de Fontannes.

une belle route qui, à l'altitude de 1100 mètres environ, forme pendant quelque temps la ligne de partage des eaux de l'Océan et de la Méditerranée. Un splendide coucher de soleil éclaire d'une façon magique le vaste panorama qui se découvre à notre droite dans la direction du sud. Immédiatement, aux pieds du spectateur, les gorges de la Borne se creusent à plus de 500 mètres de profondeur dans une région de schistes satinés à séricite profondément ravinés, tandis que toutes les montagnes semblent arasées par un plan qui serait tangent aux divers sommets.

Cette impression est exacte ; ce plan tangent fictif qui, sur le parallèle de la Bastide, se maintiendrait à l'altitude de 1150 à 1170^{m} s'abaisse graduellement vers le sud, à 10 kil. de l'observateur ; dans cette direction, il n'est plus qu'à 1070^{m} sur la rive gauche de la Borne et à 950^{m} de la rive droite ; des deux côtés de la vallée il est rendu réel, et il est en quelque sorte matérialisé par une nappe plane de grès arkose du Trias qu'on voit couronner tous les plateaux et qu'on voit fuir au loin à plus de 20 kil. de distance, grâce au brillant éclairage du soleil couchant, et à la transparence de l'atmosphère. On a pu nettement distinguer au-delà de ces derniers plateaux triasiques la masse granitique du Mt-Lozère dressant ses croupes arrondies, et plus à l'est, son contrefort principal, le chaînon de la montagne de Barry profilant les crêtes déchiquetées de sa *Serre* schisteuse dans la direction des Vans.

On a ainsi pu embrasser l'ensemble des formations secondaires qui doit faire l'objet de la course du 24 septembre. M. Fabre fait rapidement observer la différence considérable des effets de l'érosion sur le modelé des deux versants ; sur celui du Rhône, la proximité relative du *niveau de base*, c'est-à-dire la mer Méditerranée à moins de 200 kilom., a permis à l'érosion régressive de remonter à partir de ce niveau de base jusqu'à leurs sources les divers cours d'eau affluents du Rhône, c'est-à-dire au cas actuel l'Ardèche, le Chassezac et la Borne ; sur le versant océanique, au contraire, l'éloignement de la mer à plus de 1000 kilom. est tel que dans le même laps de temps l'érosion n'est pas encore parvenue à entamer bien profondément la masse du Gévaudan.

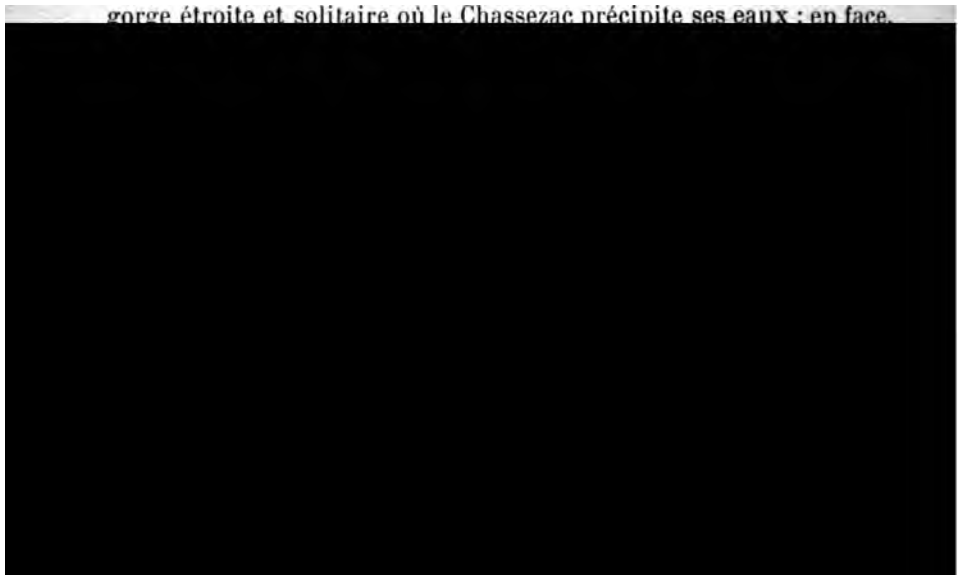
Mais il faut s'arracher à la contemplation du paysage, le soleil s'est couché, la nuit vient vite, et c'est dans la demi-obscurité du crépuscule sous bois que la Société parcourt rapidement l'avenue qui mène au Monastère, où nous attendait la cordiale hospitalité des Pères trappistes.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU VENDREDI 22 SEPTEMBRE AU CAUSSE DE MIRANDOL ET A LA PLAINE DE MONTBEL

par M. **G. FABRE.**

Après avoir pris congé du R. P. Joseph, prieur, qui, en l'absence du père Abbé, nous avait fait gracieusement les honneurs du couvent, la Société quitte N.-D. des Neiges en voiture à 7 h. du matin. La route revient sur le trajet fait la veille au soir jusqu'à la Bastide, puis elle s'engage au fond de la solitaire et triste vallée du haut Allier au milieu de gneiss granulitisés d'une désespérante monotonie ; on laisse à droite le vieux castel de Chabalierette et on quitte à 1106m d'altitude l'insignifiant ruisselet qui est l'Allier, pour s'élever sur la ligne générale de partage des eaux. On l'atteint à 10 h. du matin ; c'est à 1178m d'altitude une croupe désolée, pelée, battue des vents, où la route n'est marquée en hiver sur l'uniforme blancheur de la neige que par de hautes pierres levées. Un fort vent du sud nous accueille et chasse vers nous des masses de sombres nuages bas qui rasent les sommets de la chaîne montagneuse du Goulet. Le ciel est gris, la vue est étendue, mais elle éveille des sensations d'une poignante tristesse : plateaux nus, pâturages maigres, montagnes arrondies, reliefs qui semblent affaissés sur eux-mêmes, partout un sol infertile, ingrat, une campagne déserte ; la terre du Gévaudan donne ici l'impression d'une terre mourante, d'un vieux monde abandonné, laid et inutile.

A nos pieds se creuse à travers des rochers de gneiss œillé la gorge étroite et solitaire où le Chassezac précipite ses eaux ; en face,



découvert à travers une déchirure des nuages, tantôt encapuchonné dans la brume.

M. Fabre explique que l'arasement général du plateau sur lequel nous sommes et de tous les plateaux environnants est un reste de l'orographie pré-jurassique. Les dépots de cet âge viennent en effet recouvrir ces plateaux en stratification transgressive et se retrouvent partout à leurs sommets, tantôt en lambeaux discontinus ou en fragments épars à la surface du sol, comme sur le chaînon de Mercoire et sur le Palais du Roi, tantôt en nappes continues formant de petits plateaux cultivés, qui sont le prolongement ultime de la région des *causses* vers le nord-est. Le but de la course d'aujourd'hui est d'étudier la composition et l'orographie de ces derniers causses. Le plus oriental de tous, le *truc de la Farc*, situé à 2 kilomètres sud-ouest de Prévenchères est un mamelon de 400m de diamètre seulement qui a été signalé en 1868 par Jaubert (1) ; un peu moins loin se trouve le petit causse de l'Hermet, qui n'a qu'un quart de kilom. carré et qui se relie au causse relativement grand de Mirandol, en face duquel la Société se trouve ; celui-ci se termine vers l'ouest par le petit causse de l'Estampe, suivi de près par le causse de Belvezet et par celui d'Allenc que la Société doit traverser dans l'après-midi.

La Société remontant en voiture est promptement arrivée au fond de la vallée étroite de Chassezac, au milieu des antiques maisons du hameau de Mirandol (XVIe siècle), juchées dans un pittoresque désordre sur des grands rochers de gneiss granulitique œillé. Là on a mis pied à terre pour traverser la rivière, remonter vivement les côteaux de la rive droite, et toucher enfin les premiers dépôts jurassiques en place. Un chemin creux entre murailles de pierres sèches à permis de relever la coupe complète (Voy. plus loin), et malgré la rapidité de notre visite on a pu constater le léger plongement général des strates vers le sud et leur butement contre les schistes micacés de la Montagne du Goulet, contact anormal qui constitue la longue faille dite du Goulet.

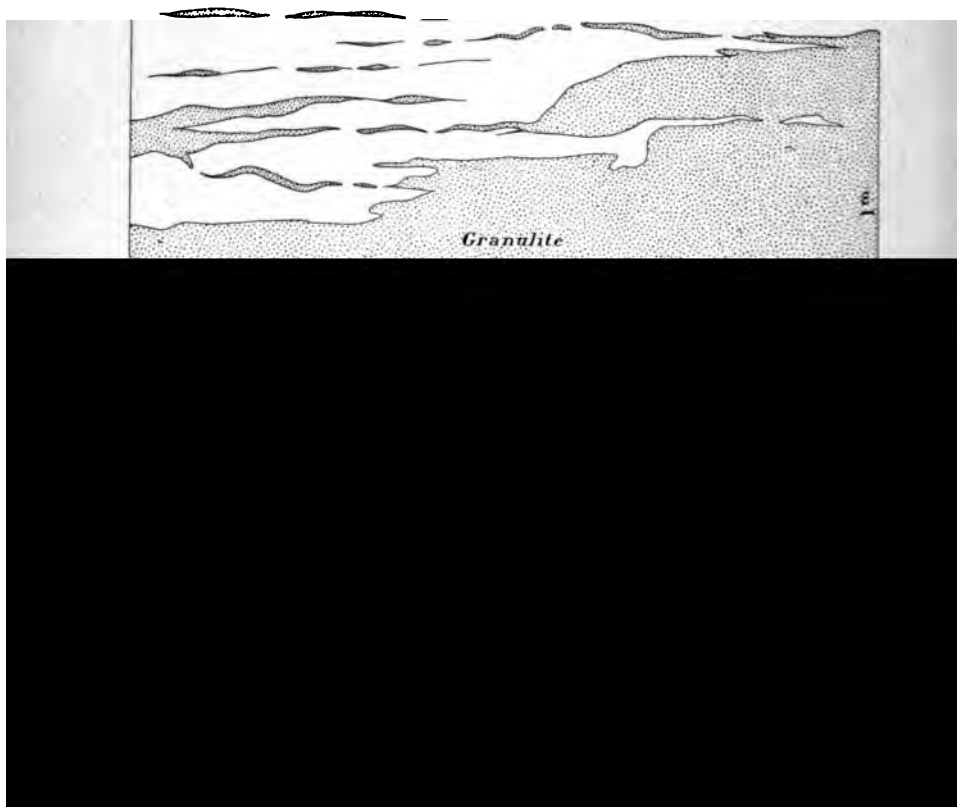
Pressée par le temps, la Société n'a pu aller voir la coupe du causse de l'Estampe où elle aurait constaté l'augmentation d'épaisseur du Lias, et elle a repris les voitures au pont du Mirandol pour se diriger, toujours vers l'ouest, en remontant le cours du Chassezac.

La rivière est ici encaissée entre coteaux où le gneiss granulitique alterne à plusieurs reprises avec des micaschistes ; toute la série,

(1) *B. S. G. F.*, 2e Sér. T. XXVI, p. 246.

épaisse de 2000m au moins, plonge régulièrement vers le N.-O. sous un angle moyen de 45° et ne paraît affectée par aucun dérangement ou faille (1). Sur la route, à la borne 13 kil. 6, paraissent les premiers micaschistes, fortement pénétrés de feldspath et de quartz granulitique; plus loin, à la borne 14 k. 8 la roche passe au gneiss œillé et en certain point à la granulite franche ; la granulitisation est ici évidente, mais le phénomène semble s'être produit plutôt par une imbibition générale ou par une dissolution partielle de la roche que par une injection intrafolliculaire; ailleurs, au contraire, c'est cette dernière action qui a prédominé. Ainsi à 6 kil. à l'O. du point où se trouve la Société, sur le chemin qui mène du hameau de l'Hermet à Prévenchères et au fond de la gorge de Malaval, on peut voir la granulite blanche s'infiltrer feuillet par feuillet dans le micaschiste, y produire un développement abondant de mica blanc et le transformer en gneiss; la coupe ci-dessous est à cet égard fort instructive : elle donne un exemple détaillé de cette infiltration granulitique sur une surface de deux mètres carrés.

Fig. 1. — Injection de la granulite dans le micaschiste, près Prévenchères.
Echelle $\frac{1}{20}$



est allé voir le contact de l'Infralias avec les roches cristallines. Les maisons de Chazeaux sont assises sur des bancs puissants d'un calcaire gréseux, couleur chocolat, précieux horizon pétrographique que depuis Kœchlin Schlumberger, on appelle en Lozère, calcaire *brun de capucin* ; c'est la partie supérieure non fossilifère de la zone à *Psiloceras planorbis*, épaisse ici de 15 mètres environ ; au-dessous émerge un calcaire en plaquettes à pâte fine, avec très rares *Ostr. irregularis* (5m) qui repose sur une arkose siliceuse (1m) ; M. Fabre y a trouvé *Otozamites latior* (Sap.) qui caractérise la flore rhétienne, et qui témoigne de la proximité du rivage.

Ces couches sédimentaires reposent indifféremment sur le granite et sur le schiste à quelques dizaines de mètres de distance. Le granite est ici pénétré de veinules et de filonnets de granulite ou d'aplite à mica blanc et à tourmaline passant à la pegmatite ; le schiste micacé très feldspathisé par le voisinage immédiat du granite a été injecté de granite feuillet par feuillet, et d'autre part le granite semble s'être fait sa place par la corrosion, liquation ou digestion des strates schisteuses encaissantes.

M. Michel Lévy a fait remarquer que, dans le contact, la granulite est nettement distincte du granite qu'elle perce en filons minces.

A 1 heure, la Société reprend les voitures pour continuer à se diriger vers l'O. Dès la sortie du village, à la borne 17k8, une petite carrière en exploitation montre la base du Lias moyen avec son faciès habituel de la région des causses ; c'est un calcaire bleu foncé, rouillé à l'air, à cassure cristalline produite par des Encrines dont il est pétri ; l'*Ost. obliquata*, rare ici, est ailleurs généralement commune. En dessous, on voit affleurer 3m de calc. noduleux gris argileux dont la surface supérieure est durcie et corrodée ; de rares débris d'Oursins sont les seuls fossiles apparents ; ce calcaire repose sur 0m20 de calcaires à Encrines, et au-dessous de ce banc règnent les calcaires jaunes plus ou moins magnésiens et les petits lits d'argile verte qui caractérisent en Lozère l'étage supérieur de l'Infralias. M. Fabre attire l'attention de la Société sur cette assise en apparence insignifiante parce qu'elle représente l'extrême extension orientale des couches à *Am. oxynotus* qui caractérisent le Lias inférieur dans le bassin des causses. Nous les verrons bien plus développées dans la journée de demain à Lanuéjols.

La route traverse ensuite la rivière du Chassezac, ici très voisine de sa source et localement à sec parce que les eaux se sont infiltrées un peu en amont dans les bancs de calcaire fissuré de l'Infralias. Les tranchées de la route sont entaillées dans les bancs épais de

calcaire brun de l'Hettangien inférieur (calc. capucin), ici plein de géodes de spath et de barytine. Au point 19 k. 3, on peut voir les eaux de la rivière quitter le fond granitique imperméable de la vallée et se perdre au bout de quelques mètres dans les fissures du calcaire capucin ; elles ne réapparaissent au jour qu'à 2 kilom. en aval en face le village de Chazeaux, montrant ainsi le premier exemple du régime hydraulique souterrain si fréquent dans le pays des causses.

Au sommet de la côte (23 k. 8), on est à l'altitude de 1220^{m} ; la plaine de Montbel développe devant nous ses tristes horizons jusqu'à plus de 8 kilom., sans un arbre, sans un rocher, sans un mamelon pour reposer la vue ; partout de maigres pâturages entrecoupés de fondrières tourbeuses ; à l'horizon de l'ouest les plateaux granitiques du Palais du Roi (1401^{m}) derniers contreforts de la chaîne de la Margeride ; au nord quelques buttes granitiques rocheuses couronnées par des débris d'arkose rhétienne, et abritant à leur pied le pauvre hameau de Montbel ; au sud enfin, les profils adoucis d'un relief calcaire qui domine la plaine d'une cinquantaine de mètres, c'est le causse de Larzalier, le plus élevé de tous les causses ; l'oolite inférieure en couches horizontales forme son couronnement, tandis que ses pentes laissent voir toutes les assises marneuses du Lias reposant elles-mêmes sur l'Infralias de la plaine de Montbel.

M. Fabre explique le rôle hydrologique spécial de la région que la Société va traverser : ce haut pays est comme le pignon de la France, le point de partage entre les trois grands bassins, Loire, Gironde et Rhône. Là où nous sommes, les eaux se rendent visiblement dans le Chassezac, affluent de l'Ardèche ; un peu plus loin sur la route, et

redescendre rapidement à 1.203m en face la Prade, en recoupant les affleurements jaunes et stériles du calcaire de l'Infralias. On est arrivé ainsi, après un parcours de 9 kil., aux anciennes mines d'alquifoux du plateau du Beyrac.

Dans ce long trajet on a eu constamment à sa gauche le causse de Larzalier que l'on a contourné et dont on a pu voir de loin les assises liasiques affleurer sur les pentes et plonger de quelques degrés vers le sud.

Le temps a manqué pour aller voir la coupe de plus près et recueillir des fossiles; on s'est borné à suivre les affleurements des couches inférieures de l'Infralias ici pénétrées de quartz, de barytine et de mouches de galène; au-dessous on a vu les calcaires capucins, et plus bas encore l'arkose rhétienne, très siliceuse, formant un banc de 2 à 3m d'épaisseur qui repose directement sur le granite; un groupe de superbes blocs arrondis de granite à 1 kil. N. d'Allenc a spécialement attiré l'attention et a eu les honneurs de la photographie.

L'heure avancée n'a pas permis d'admirer les jolis sites boisés de la vallée d'Allenc, ni de constater l'épaississement assez rapide de toutes les assises de l'Infralias à mesure qu'on s'approche de la vallée du Lot.

Enfin, à 7 heures, nous arrivions à Bagnols-les-Bains, et après le dîner une courte visite dans les sous-sols de l'hôtel nous permettait de voir sommairement les cabinets de bains et les piscines noyées dans la chaude vapeur des sources thermales. L'eau sulfurée sodique sort du micaschiste par de simples fissures à la température de 42°, elle est recueillie sous des voûtes très basses dans des bassins qui semblent devoir remonter à l'époque romaine. Elle est limpide, incolore, à goût fade, avec une très faible odeur sulfhydrique; elle dépose dans les conduits du soufre avec une matière organique (glairine?)

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU SAMEDI 23 SEPTEMBRE, A LANUÉJOLS,

par M. **G. FABRE**

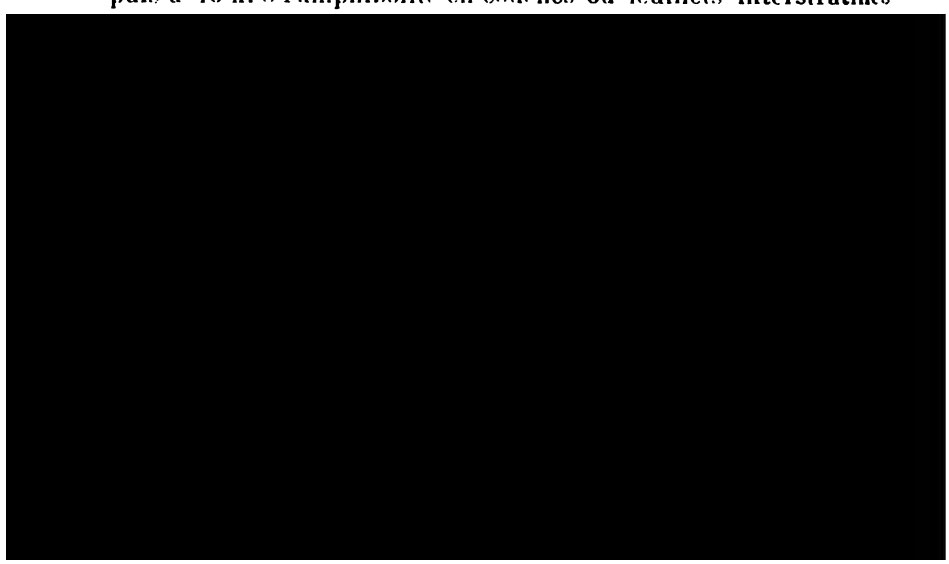
En sortant de Bagnols, et juste derrière l'Hôtel des Bains, on trouve les micaschistes coupés par des fentes ou diaclases dirigées

45°, c'est-à-dire sensiblement parallèles à la faille occidentale du Goulet ; ces fentes sont celles à travers lesquelles l'eau thermale se fait jour actuellement au niveau de la rivière ; ici, à une trentaine de mètres au-dessus du point d'émergement des sources, la roche encaissante est visiblement altérée et comme rouillée sur une épaisseur de 15 à 20 centimètres de part et d'autre. M. Fabre voit dans cette altération une trace de l'ancienne circulation des eaux minérales à ce niveau.

La roche encaissante est un micaschiste granulitisé dans lequel l'orthose s'est développé en amandes souvent fort grosses ; sur le plat de certains feuillets séricitеux on voit que le mica noir s'est disposé en longues traînées parallèles. Du reste, ici même, un filon de granulite épais de 1^{m} et quelques filonnets minces de pegmatite recoupent les schistes et sont dirigés 40°.

Un peu plus haut (point 17^{k}2), on rencontre un filon couche de granulite à grains fins ; la roche est blanche, très peu micacée, dure ; elle a été exploitée activement sur tous ses affleurements pour l'empierrement des routes. M. Fabre fait observer que ce filon offre l'allure d'une véritable couche, son mur et son toit concordent parfaitement avec la schistosité, non seulement au point où la Société le voit, mais aussi à de grandes distances, dans tous ses nombreux affleurements disséminés sur le territoire des communes de Bagnols, de St-Julien-du-Tournel et du Bleymard, affleurements dont une partie est marquée sur la carte.

En continuant à monter la côte, on recoupe pendant près de 2 kil. la partie supérieure des schistes micacés granulitisés ; au kil. 17,3 apparaissent quelques nodules de quartz avec amphibole fibreuse, puis à 16 k. 8 l'amphibolite en couches ou feuillets interstratifiés



qu'on trouve en plusieurs points de la Lozère des amas ou nids de manganèse ou de barytine.

Enfin la Société parvient au sommet de la côte au col de la Loubière (1180m). Malgré la violence du vent du sud, on peut examiner la coupe et on constate dans les tranchées de la route que la formation jurassique du causse de Mende qui culmine à notre droite au roc de l'Aigle, vient buter contre les contreforts schisteux du Mont Lozère par la faille de ce nom (1). Celle-ci passe au col même et redresse localement jusqu'à une dizaine de mètres de distance les couches du Lias supérieur (zone à *A. opalinus*).

Un paquet de calcaires infraliasiques y est comme pincé entre la faille et les schistes, ses couches sont fortement redressées vers le sud, elles se dirigent vers l'ouest et vont faire l'objet de l'examen de la Société, le long du chemin de Lanuéjols.

On remonte en voiture et on traverse rapidement le col, sorte de pédoncule étroit qui rattache les déserts secs et pierreux du causse de Mende aux pentes schisteuses fraîches et boisées du Mont Lozère. En face du hameau du Masseguin, dont la maison d'école est perchée d'une façon pittoresque, à 1.182m d'altitude, sur un roc de calcaire bajocien à Entroques, les strates du paquet d'Infralias sont devenues presque verticales.

Plus bas, dans la côte, les tranchées les font voir brisées, disloquées, verticales, et semblent même parfois passer un peu sous les micaschistes amphiboliques. Enfin, en face le hameau de Vitrolles, la Société met pied à terre pour constater dans les tranchées de la route que la série des strates infraliasiques et liasiques est complètement renversée; on a pu relever la coupe suivante de haut en bas :

Hettangien	15 m ?	I2	Calcaire capucin en gros bancs brisés. — Traces de Cardinies.
	40 ?	I3	Calcaire jaune en bancs brisés alternant avec de petits lits d'argile verte et quelques lits de cargneule cloisonnée. — Pas de fossiles.
Sinémurien I.1	0.20		Calcaire siliceux, roulle, carié.
	10.00		Calcaire bleu à cassure cristalline, avec Encrines et Gastéropodes silicifiés.
	2.00		Calcaire gris noduleux marneux à pâte fine. — *A. oxynotus* très rare.

(1) Désignée sous la rubrique de faille d'Orcières dans le *B. S. G. F.*, 3e série t. I, p. 307.

CHARMOUTHIEN

Surface ravinée et corrodée.

6.00 L2 Calcaire siliceux à cassure cristalline et pétri d'Encrines : *Ostrea obliquata.*

15.00 L3 Calcaire bleu siliceux en petits bancs qui se cassent en fragments polyédriques : *Bel. niger, Lytoceras fimbriatum, Ægoceras Davœi.*

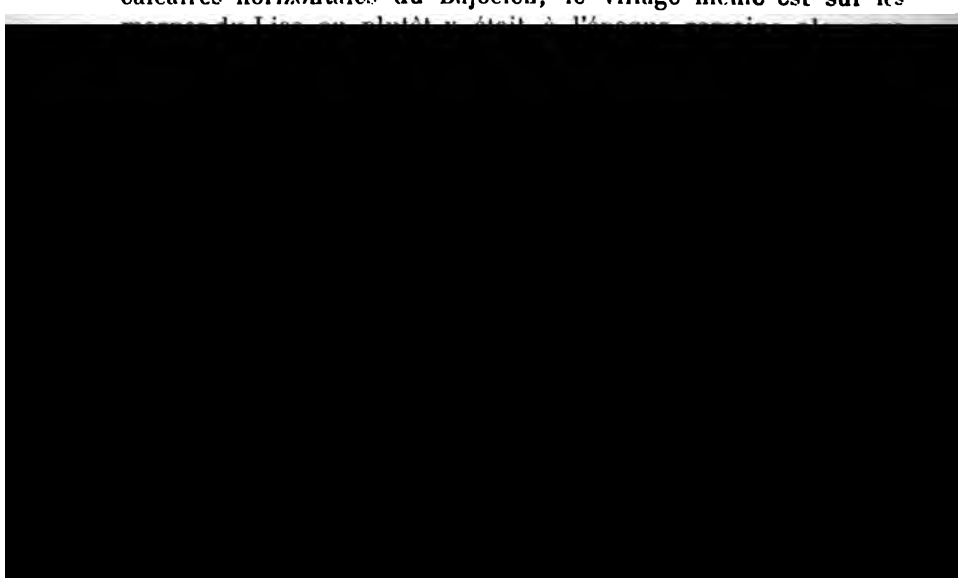
L4 Marnes grises délayées par l'eau, remplies de *Bel. niger.*

Arrivée au bas de la côte, la Société a pu voir sur place et récolter au besoin d'énormes exemplaires de *Lytoceras fimbriatum* et de Nautiles sur la surface des bancs de calcaires marneux, puis on a traversé le ruisseau torrentiel de la Nize, coupant ainsi en biais la tranche des strates relevées ; une carrière au nord de la route a montré les gros bancs verticaux du Sinémurien déjà ici plus développés mais offrant sur leur surface de nombreux morceaux de bois flotté, transformé en jayet, preuve de la proximité du rivage.

Quelques minutes après nous faisions notre entrée dans le village de Lanuéjols où nous étions cordialement accueillis par M. Maximin, maire, qui avait bien voulu mettre à la disposition de de la Société les salles de la mairie et de l'école pour le déjeûner.

Pendant qu'on en faisait les préparatifs nous allons voir la curieuse abside romane (XIIe siècle) de l'église paroissiale, construite en tuf quaternaire, la fontaine publique du XVIe siècle, et surtout le monument romain, petit *sacellum* votif qu'on a exhumé au XIXe siècle dans un pré au bas du village. L'enfouissement de ce monument haut de 6 mètres est un remarquable exemple de l'activité des phénomènes torrentiels modernes.

Lanuéjols est, en effet, situé au débouché d'une gorge qui descend des hauteurs du causse de Mende et qui est creusée dans les strates calcaires horizontales du Bajocien, le village même est sur les



d'atterrissement a complètement pris fin grâce aux travaux de barrages et de reboisement entrepris dans le bassin de réception du torrent par l'Administration des Forêts depuis 1869. Les ravines ont été *éteintes* une à une et le torrent n'est plus remblayant; il se creuse maintenant un profond chenal dans le flanc ouest du cône de déjections.

Après le déjeûner la Société s'est rendue à 1 kilom. ouest de Lanuéjols, sur les affleurements marneux du Toarcien, pour en étudier les horizons paléontologiques. On constate que la base est un ensemble de marnes schistoïdes, bitumineuses qui repose sur d'autres marnes plus noires, épaisses ici de 30 à 40^{m} et contenant *A. spinatus, margaritatus. Bel. niger.*

Ces schistes bitumineux équivalents, des schistes de Boll en Wurtemberg ont ici une épaisseur totale de 5 m.

On a relevé dans un ravin la coupe détaillée suivante de haut en bas.

Marnes bleues du Lias supérieur.
4^{m}10 Schiste bitumineux. *Bel. tripartitus, A. serpentinus, Inoceramus dubius.*
0.02 Feuillet avec *A. cornucopiæ* de grande taille (*A. Bollensis*).
0.30 Schistes à Inocérames.
0.10 Calcaire bitumineux, écailles de Poissons.
0.20 Schiste bitumineux rempli d'*A. serpentinus.*
0 08 Nodules de calcaire fétide avec *A. serpentinus, Bel. gracilis.*
0.50 Schiste bitumineux et lits de jayet.
0.20 Calcaire fétide : *Leptolepis, Bel. gracilis, Aptychus.*
0.14 Schiste noir très bitumineux : Poissons. *A. annulatus.*
0.01 Feuillet couvert de *Posidonomya Bronnii.*
0.20 Marne noire fragmentaire.
0.10 Lit de septaria, avec écailles de Poissons : *Monotis substriata.*
Marnes noires à *Bel. niger.*

Les poissons se trouvent souvent entiers dans le calcaire bitumineux fissile ; ils ont presque toujours la colonne vertébrale brisée; avec eux se rencontrent, quoique très rarement, des vertèbres d'Ichthyosaure.

La faune de ces schistes est en définitive pauvre en espèces mais très riche en individus :

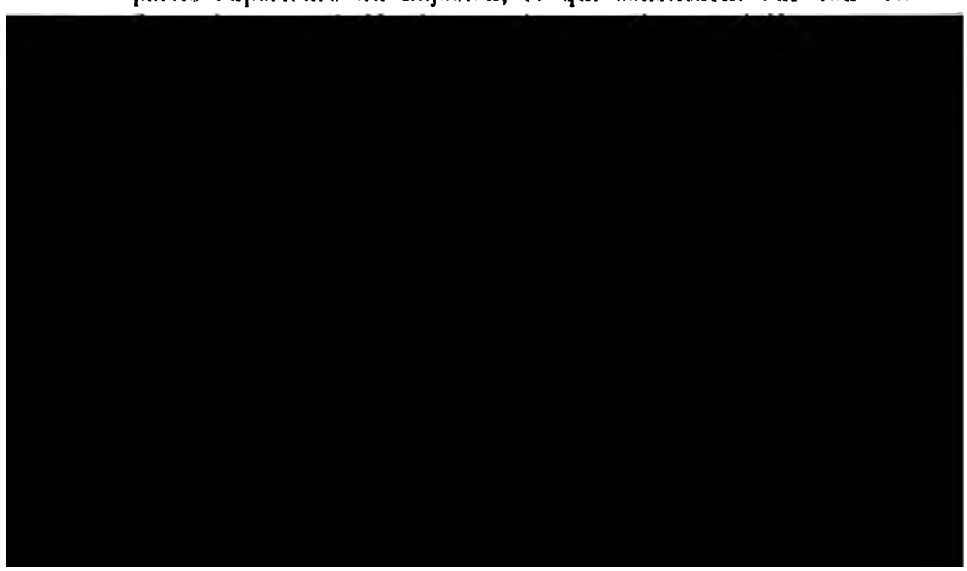
Ichthyosaure
Ptycholepis
Leptolepis constrictus Egert
Id. *affinis* Sauvg.
Id. *pronus* Sauvg.
Id. *pachystelus* Sauvg.
Cephonoplorus typus Sauvg.
Lepidotus sp.
Am. serpentinus Schloth.
— *annulatus* Sow.
— *cornucopiæ* Y. et B.
— *communis* Sow.
Bel. tripartitus Schloth.
— *gracilis* Hehl.
Discina....
Inoceramus dubius Sow.

Flore :

Phymatoderma liasicum Schimper
Bois flotté

Id. *undulatus* Sow.
Id. *amygdaloides* Goldf.
Posidonomya Bronnii Voltz.
Monotis substriata Ziet.

Les membres de la Société se sont ensuite disséminés dans les innombrables ravins qui découpent l'affleurement des marnes et ont pu y faire ample récolte des fossiles du Toarcien. Ces marnes ont une épaisseur totale de 80 mètres environ sans le moindre banc calcaire intercalé ; quelques lits de nodules de marnolithe se rencontrent cependant très espacés à divers niveaux ; vers la partie supérieure ils deviennent plus fréquents, se rapprochent et finissent même par prédominer ; on est alors dans une zone remarquablement pauvre en fossiles, où on ne trouve plus que : *Pecten pumilus*, *Lyonsia abducta*, *Cancellophycus liasinus*, et quelques *Harpoceras* aplaties du groupe de l'*aalensis*. Cette zone épaisse de 15 à 20^{m} semble faire passage entre le Toarcien et le Bajocien ; il est impossible de lui assigner des limites précises tant en haut qu'en bas ; marneuse en bas, elle devient plus franchement calcaire à sa partie supérieure ; la marne est alors réduite à de simples feuillets séparant les bancs ; ceux-ci sont absolument couverts de *Cancellophicus scoparius* et quelques *Harpoceras Murchisonæ* font leur apparition. La Société n'a pu, faute de temps, continuer la coupe plus haut en remontant les pentes abruptes du causse de Mende. Elle aurait vu ce *calcaire à Fucoïdes* (30^{m}) se terminer par des couches remplies de *Rhynchonella epiliasina* et *Ostrea sublobata*, puis être recouvertes par 20^{m} de calcaires à Entroques, surmonté lui-même de 50^{m} de dolomies caverneuses et cloisonnées qui représentent la partie supérieure du Bajocien, et qui constituent sur tous les



Zone à *Harpoceras opalinoides*

Nucula Hammeri Defr.
Leda rostralis Lamk.
Turbo subduplicatus d'Orb.
Bel. exilis d'Orb.

Zone à *Harpoceras aalense*

Harpoceras aalense Ziet.
Id. costula Rein.
Id. fluitans Dum.
Id. metallarium Dum.
Bel. subclavatus Voltz.
Id. tripartitus (petite forme) Schloth.
Id. acuarius Schloth.

Zone à *Paroniceras sternale*

Paroniceras sternale de Buch.
Harpoceras Eseri Oppel.
Id. Mercati de Buch.

Zone à *Harpoceras radians*

H. radians Schloth.
Phylloceras Nilssoni Hébert.
Id. discoides Zieten.
Id. insignis Schübler.
Bel. pyramidalis Zieten.
Id. tripartitus (grosse forme) Schloth.
Id. irregularis Schloth.

Zone à *Harpoceras bicarinatum*

Harpoceras bicarinatum Zieten.
Id. variabile d'Orb
Coeloceras mucronatum d'Orb.
Id. crassum Phlips.

Zone à *Harpoceras bifrons*

Harpoceras bifrons Brug.
Id. Levisoni Simpson.
Id. elegans Sow.

Schistes bitumineux à *Posidonies*.

Harpoceras serpentinum d'Orb.
Coeloceras annulatum Sow.

Le retour à Bagnols s'est effectué en voiture par la route du matin, mais au col de la Loubière la Société a mis pied à terre pour faire l'ascension du roc de l'Aigle, sommet le plus élevé (1258^{m}) du causse de Mende. En montant par le sentier forestier sur le versant oriental on a rapidement traversé les assises bajociennes inférieures avec *Harpoceras opalinoides* (15^{m}), puis 40^{m} de calcaire avec bancs de silex où le seul fossile apparent est l'empreinte si énigmatique qu'on a appelée *Caucellophycus scoparius* et qui couvre toutes les pierres. L'*Harp. Murchisonæ* a été rencontrée à ce niveau. Au-dessus on a pu voir en place la couche à *Ost. sublobata* à une quinzaine de

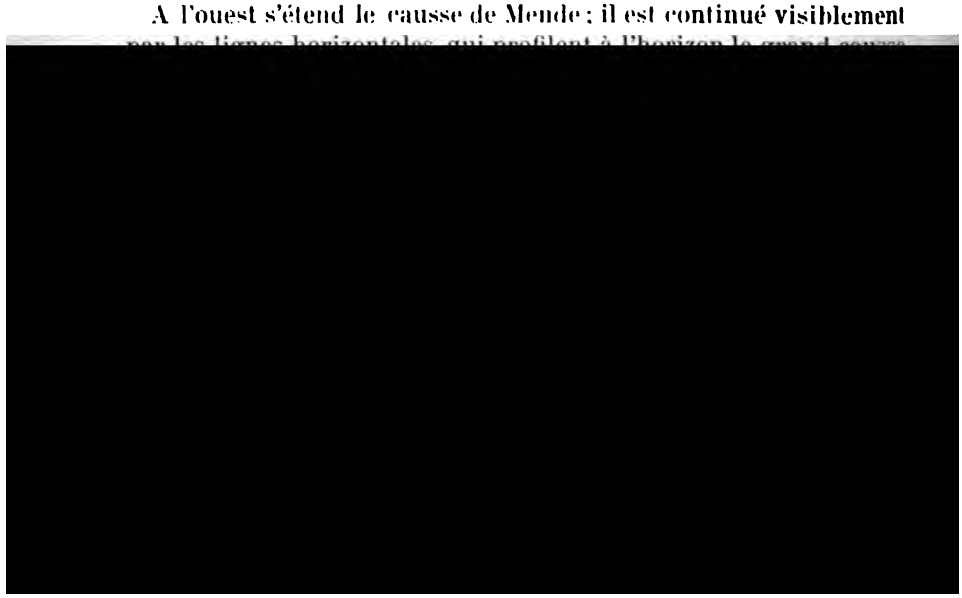
mètres au-dessous du sommet, et constater son recouvrement par le calcaire à Entroques dont les plaquettes, sorte de dalle nacrée, couvrent le sommet de la montagne. Dans les fentes de ce calcaire, et emballés dans une terre argileuse rouge, sont de petits cailloux de quartz blanc parfaitement roulés, témoins d'un ancien terrain de transport antérieur au creusement des vallées ; l'existence de ces cailloux sur ce point culminant à plus de 400 m. au-dessus du fond de la vallée actuelle du Lot n'est pas sans causer quelque étonnement. M. Fabre explique que ce dépôt de cailloux de quartz roulés s'étend sur toute l'étendue du causse de Mende ; qu'il prend une certaine importance plus à l'ouest sur la partie du causse dite de Chapieu, et que là, les cailloux atteignent parfois la grosseur du poing ; il rapproche ce dépôt de celui que la Société a examiné avant-hier près de Langogne.

Malgré la violence du vent, la Société a pu séjourner quelques instants au sommet et y apprécier l'étendue du panorama : Dans la direction du nord les dépôts jurassiques inférieurs s'étalent à la surface du granite sous forme de nappes minces relevées (petits causses nus et stériles de la Rouvière, des Salelles, d'Allenc, du Beyrac) qui se relient avec la plaine de Montbel et y vont mourir en biseau aux environs de la ligne générale de partage des eaux.

Du côté de l'est, un sillon bien net se dessine entre la chaîne du Goulet et celle du Mont-Lozère, fond d'un ancien anticlinal occupé par des lambeaux discontinus de sédiments jurassiques qui se relient avec ceux de la vallée du Rhône par Villefort.

Au sud, le dôme granitique aplati du Mont-Lozère dont les sommets sont perdus dans les nuages.

A l'ouest s'étend le causse de Mende ; il est continué visiblement par les lignes horizontales qui profilent à l'horizon le grand causse



gue, mais le vent nous chasse de notre observatoire, on reprend les voitures et on rentre rapidement à Bagnols.

Après ce compte-rendu, M. **Fabre** donne quelques détails sur les modifications de faciès subies par les divers étages jurassiques dans la région des causses. Ainsi il signale la prédominance progressive des silex dans le Bajocien à mesure qu'on avance du N.-E. vers le fond de l'ancien golfe des causses aux environs de la plaine de Montbel ; il rappelle que les chailles siliceuses jurassiques vues par la Société à Langogne, au Monastier ou même sous Fay-le-Froid (Haute-Loire) témoignent d'une grande et lointaine extension de ce faciès siliceux du Bajocien bien au-delà de ses limites actuelles.

Pour le Lias, deux faciès bien tranchés semblent avoir régné successivement sur toute l'étendue du golfe des causses, et on peut jusqu'à un certain point se rendre compte des raisons tectoniques qui ont motivé le changement. A l'époque du Charmouthien inférieur règne partout un calcaire encrinitique avec *Ostrea obliquata* en bancs réglés, offrant des surfaces nettes de séparation et parfois des stratifications entrecroisées : ces caractères témoignent d'une eau claire animée de courants. Plus tard, le bombement progressif de l'anticlinal des Cévennes vint diminuer la libre communication des eaux du golfe avec la haute mer, et même à l'époque toarcienne la communication ne se fit plus qu'en un point, du côté de Bédarieux (Hérault) et cela par dessus un haut fond ou seuil. Le golfe des causses était alors transformé en une sorte de petite mer Caspienne aux eaux dormantes où la vase s'accumulait dans les profondeurs, cette petite mer intérieure s'était du reste approfondie tout le long d'une sorte de *fosse*, alignée parallèlement à l'axe des Cévennes. Il est probable que cette vase des grandes profondeurs devait être imprégnée de gaz sulfhydrique, comme celle de la Caspienne actuelle : les dépôts littoraux ou sublittoraux de cet âge se retrouvent par places dans les petits causses détachés qui entourent la grande masse centrale d'une ceinture de témoins ou *outliers* : ces dépôts sont plus calcaires, très peu épais et parfois même admettent des éléments roulés.

A la suite de ces communications, une discussion s'engage entre MM. Fabre, Marcel Bertrand, Haug, Depéret et Kilian, sur les changements de faciès du Lias du midi de la France.

M. **Kilian** fait observer que, tant en ce qui concerne le « géosynclinal subalpin » de M. Haug, que pour les « fosses » auxquelles

vient de faire allusion M. Fabre, il s'agit de dépressions en somme *peu éloignées de massifs émergés* et dans lesquelles pouvait s'accumuler la vase provenant du littoral.

Le faciès vaseux à Ammonites, sans être côtier, pourrait être qualifié de *sublittoral* ; les apports de vase qui lui ont donné naissance, supposant, ce semble, nécessairement une terre peu éloignée.

A propos du col de la Loubière, MM. **Depéret** et **Kilian** remarquent qu'au point de vue tectonique, les dépôts secondaires jouent ici, par rapport aux terrains cristallins, un rôle singulièrement analogue à celui que jouent, dans les Monts de Vaucluse, les assises tertiaires vis à-vis du massif de calcaires urgoniens.

Dans les deux cas, on observe un régime de failles pénétrant assez loin dans la masse centrale et ayant isolé, en les protégeant, des lambeaux plus récents.

MM. **M. Bertrand** et **Kilian** sont frappés de l'analogie que présente le Dogger de la région visitée par la Société, avec celui de la Provence. M. Kilian ajoute qu'on a recueilli *Harpoceras opalinoides* à la base du Bajocien du Roc de l'Aigle.

M. **G. Fabre** fait la communication suivante :

STRATIGRAPHIE DES PETITS CAUSSES ENTRE GÉVAUDAN ET VIVARAIS,

par M. **G. FABRE.**

que les mers jurassiques aient pénétré dans la masse du Plateau central de la France et y aient constitué un vaste golfe ouvert au S. et entouré par une ceinture de terrains cristallins. Sur les bords de cet ancien golfe on trouve, en effet, en certains points, les étages géologiques amincis, ou modifiés dans leur faciès de mer profonde, ou constitués par des dépôts sinon côtiers du moins sublittoraux.

En réalité, il n'est pas exactement partout ainsi ; d'une part on constate que certains étages (Charmouthien, Callovien) affectent partout, même à l'intérieur des causses, l'aspect de dépôts de mers peu profondes; d'autre part on constate que d'autres (Hettangien, Bajocien) ne semblent pas sensiblement modifiés dans leur composition lithologique par le voisinage immédiat des terrains cristallins, rivage supposé de l'ancien golfe. Enfin l'exploration détaillée du pourtour des causses a montré que souvent les terrains jurassiques butaient par failles contre les roches cristallines, et que souvent aussi des témoins subsistaient sur les hauts plateaux environnants, témoins ou *outliers* qui attestaient l'ancien recouvrement de certains de ces hauts plateaux par les mers jurassiques.

Ces découvertes élargissaient le tracé des anciens rivages jurassiques tout autour du golfe des causses. En particulier, au fond N.-E. de ce golfe dans la région du haut bassin du Lot, on connaissait depuis 1840 l'existence d'une suite de petits causses qui forment comme une traînée de l'O. à l'E. entre Mende, le Bleymard, Villefort et les Vans. Ils semblent relier les dépôts jurassiques des causses du Gévaudan avec ceux qui constituent dans le Vivarais les curieux plateaux des *Gras*, qui sont sur la rive droite du Rhône les représentants orographiques et stratigraphiques des *causses* du bassin océanique (1).

Mais nos relevés de détail à $\frac{1}{50000}$ pour l'exécution des feuilles de Mende, de Largentière et d'Alais, ont fait découvrir une notable extension des causses au N.-E. de Mende, sur le territoire des communes de Chadenet, la Rouvière, Allenc, Montbel, Belvezet, Chasseradès et Puylaurent. Actuellement tous ces petits causses forment entre Gévaudan et Vivarais une suite presque ininterrompue de dépôts sédimentaires qui recouvrent le vieux soubassement du Plateau Central d'une mince pellicule, fortement déchiquetée par les érosions, mais assez continue cependant pour qu'on y voie comme une sorte de pont calcaire jeté par dessus l'axe cristallin des

(1) Voy. notre article *Gras* dans le Dictionnaire géographique et administratif de la France, par P. Joanne. T. III, p. 1774.

Cévennes. C'est l'emplacement de l'ancien *détroit jurassique* de Villefort.

Les eaux marines ont-elles parcouru ce détroit pendant toute la durée de l'époque jurassique, ou bien y a-t-il eu là des alternatives de communication libre et d'obstruction ; telle est la question sur laquelle le présent travail essaye de jeter quelque lumière.

La carte géologique de France au millionième montre, malgré la petitesse de l'échelle, que cette série de causses occupe au N.-E. de Mende une largeur de près de 10 kil., puis se bifurque en quelque sorte pour constituer deux traînées d'O. à E. La traînée septentrionale très élargie au niveau de la *plaine de Montbel* et des *causses de Belrezet* se rétrécit au *causse de Chasseradès* et se termine dans le bassin du Rhône par le piton isolé de *la Fare* (commune de Prévenchères).

La traînée méridionale est plus continue, elle est jalonnée de l'O. à l'E. par les *causses* d'*Houltet*, d'*Oreières*, du *Bleymard*, de *Bourbon*, de *Pomaret*, de *Bergougnon*, du *Mas de l'Air*, de la *Rousse* et du *Moignard* et enfin se soude par le *Gras* des Vans (Ardèche) à la région calcaire du bas Vivarais.

Ces deux traînées semblent avoir été partiellement préservées de l'érosion par deux failles dirigées (105°), contre lesquelles elles sont adossées ; l'une a dessiné le brusque relief de la chaîne du Goulet, l'autre a jalonné le versant septentrional du Mt Lozère, puis le chaînon du *Mas de l'Air* continué par l'âpre relief gneissique du *serre de Barry*.

Nous donnons dans la planche XXI un profil en long de la traînée des causses adossés contre la faille du Mt Lozère ; le profil

couches calcaires solides de l'Oolithe ont résisté aux dénudations dans la combe même du synclinal ; sur les flancs, au contraire, elles ont disparu et l'érosion y a entamé profondément l'épaisse base marneuse liasienne qui les supportait ; l'étroite vallée du Lot au nord, celle plus large de la Nize (ou Valdonnez) au sud sont les résultats de ces érosions. Le sillon où coule le Lot est même creusé jusqu'au soubassement de roches cristallines. Plaquées sur celles-ci, les strates sédimentaires se relèvent vers le nord, celles de l'Infralias y couronnent les derniers contreforts de la Margeride (Palais du Roi) et au sud elles s'appuient sur ceux du Mt Lozère.

Au contraire, les couches calcaires résistantes de l'Oolite s'élèvent au-dessus du talus des marnes liasiques en un abrupte escarpé qui a été formé par l'érosion seule, et qui, au point de vue orographique, est comme un véritable *bluff* ou *cliff* américain.

Il est, du reste, très remarquable de voir ici l'axe de la dépression structurale, c'est-à-dire le fond du synclinal, occupé non par les cours d'eau mais par la masse même du causse. Les cours d'eau ont été rejetés au N. et au S. dans les couches liasiques. Tout s'est donc passé depuis l'origine de la dénudation du bassin comme si les formations calcaires compactes et *perméables* avaient repoussé les eaux courantes, celles-ci s'étant laissé en quelque sorte attirer par les terrains marneux imperméables mais peu résistants. Cette allure du tracé des cours d'eau est ici un cas particulier de l'*inversion du relief*.

Vers l'O. le causse de Mende n'est séparé du grand causse de Sauveterre que par la gorge du Bramont, mais déjà l'Oolithe moyenne y acquiert une grande épaisseur. Ainsi à 2 kil. S.-O. de Mende les dolomies bajociennes commencent à être couronnées par un calcaire blanc oolithique qui est la base du Bathonien ; sur la butte de Gerbal, entre ce hameau et celui de la Chaumette, on relève du haut en bas une coupe complète du Bathonien (120m).

Bathonien	20m	Calcaire blanc avec parties spathiques et débris de Gastropodes et de Polypiers ; la roche se fragmente en morceaux irréguliers à la surface du sol (*A. microstoma ?*)
	70m	Dolomie cariée grise parfois sableuse.
	30m	Calcaire blanc à oolithes cannabines, devenant dolomitique par places.
Bajocien		Dolomie cristalline.

Sur le versant N. du causse, dans le ravin de la Boissonnade qui débouche dans le Lot en face le moulin des Armes, on peut relever

banc par banc la coupe détaillée du Bathonien (135m) et du Bajocien (150m) :

BATHONIEN

- 10m Calc. blanc sublithographique avec quelques *Pecten*.
- 20m Dolomie caverneuse grise.
- 30m Calcaire blanc parfois cristallin et pétri de Polypiers, parfois dolomitisé par places, et se fragmentant à l'air.
- 60m Dolomie caverneuse grise.
- 15m Calc. à grosses oolithes et Nérinées passant localement à la dolomie :

Nerinæa Orbigny ana Piette ?	*Tereb. sphæroidalis* Sow.
Terebratula intermedia Sow.	— *globata* Sow.
Chemnitzia sp.	*Rhync. elegantula* Bouchard.
Nerinæa bathonica Rig. et Sauv.	*Lima semisulcata*.
— *laminata* T. et J.	*Ostrea acuminata* Sow.

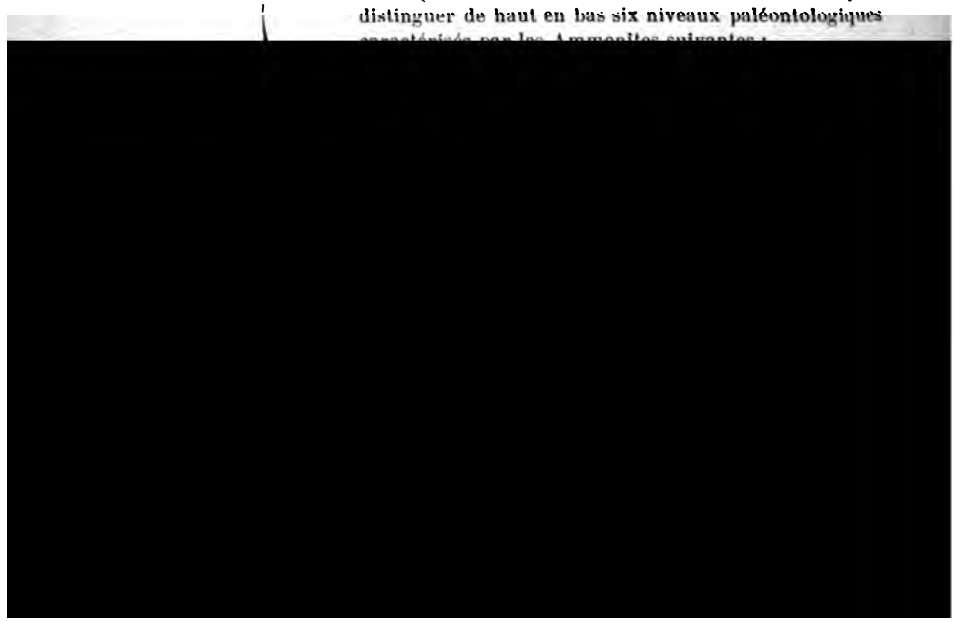
BAJOCIEN

- 70m Dolomie caverneuse de St-Privat
- 30m Calcaire à Entroques ; nombreux débris de Bryozoaires.
- 2m Couches à *Ostrea sublobata* et *Rhynchonella epiliasina*.
- 40m Calcaire à *Cancellophycus scoparius* Sap., en petits bancs de 0m10 à 0m30 avec lits de silex et de chailles. *Am. Murchisonæ*.
- 10m Couches marno-calcaires à *Cancellophycus liasinus* Sap.

Marnes bleues micacées avec quelques rognons calcaires, formant l'extrême partie supérieure des marnes toarciennes épaisses de 100m environ qui constituent le fond de la vallée du Lot.

Pour voir le Lias dans tout son développement, il faut étudier la coupe vers le méridien de Mende, soit aux ravins des petits Enfers, comme l'a fait en 1854 Kœchlin-Schlumberger, soit à Saint-Beauzile dans le Valdonnez. D'un côté comme de l'autre du causse on a, sauf quelques variations locales d'épaisseur, la coupe suivante :

- 100m Marnes grises contenant une faune variée où on peut distinguer de haut en bas six niveaux paléontologiques caractérisés par les Ammonites suivantes :



puis pendant le Sinémurien. Les dernières couches hettangiennes accusent un régime fluvio-lacustre ; ce sont des calcaires gris à pâte fine contenant presque partout des empreintes végétales, dont quelques-unes sont d'une admirable conservation, preuve d'un charriage assez court :

Brachyphyllum Paparelli Sap. — *Thinnfeldia rhomboidalis* Schimp.
Pachyphyllum peregrinum Schimp. — *obtusa* Schenk.

C'est là une florule dont les affinités rhétiennes sont évidentes et qui indique la grande proximité des terres émergées.

D'autre part, les bancs du calcaire sinémurien offrent à plusieurs niveaux des surfaces corrodées, perforées ; en tout cas ils contiennent souvent de petits cailloux de quartz qui témoignent d'une mer peu profonde balayée par des courants. La surface supérieure de l'étage est tout particulièrement durcie et corrodée ; souvent cette surface est percée de tubulures qui ont 10 ou 15 c. de profondeur et qui sont remplies par les premiers sédiments du Charmouthien, sorte de marne glauconieuse avec nodules de phosphate.

Les fragments de bois flotté sont communs dans le Sinémurien, plus rares dans le Charmouthien ; dans les schistes bitumineux de la base du Toarcien on en rencontre encore, mais ce sont de gros morceaux qui ont dû longtemps flotter en mer et qui sont couverts d'Inocérames. Enfin on n'en rencontre plus dans le Bajocien. Ces faits semblent témoigner en faveur d'un éloignement progressif des rivages, preuve d'un lent affaissement.

Sur les pourtours du causse de Meude les strates affleurent avec une remarquable régularité ; au fond des vallées et sur les plus basses pentes les argiles du Lias constituent un terrain mamelonné, fertile, en faible pente, coupé çà et là par des *combes* ramifiées, naissance et origine de divers ravins torrentiels.

Au-dessus d'elles les couches de calcaire à Fucoïdes forment un long talus très raide dont l'angle d'inclinaison atteint souvent 38° à 40°, et qui est couronné par la barre rocheuse du calcaire à Entroques, surmontée par les rochers ruiniformes de la dolomie bajocienne.

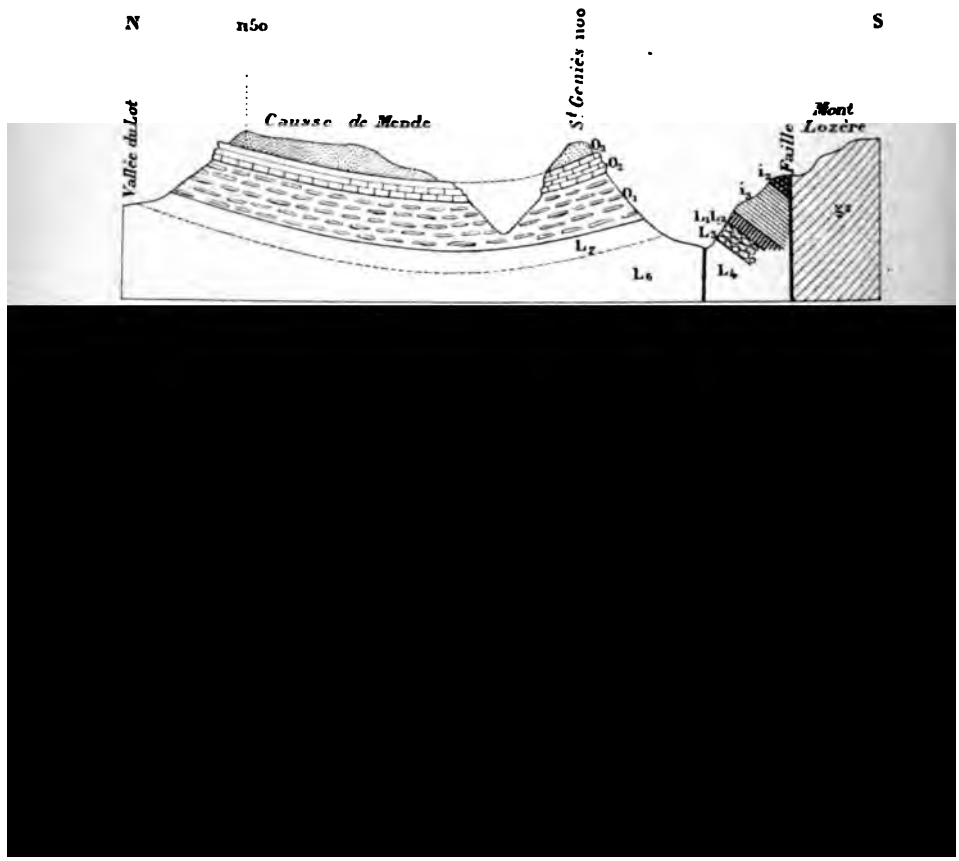
Un seul grand accident rompt la monotone régularité de cette succession (1), c'est une fracture dirigée 105° qui passe à la combe

(1) Indépendamment de cet accident (pyrénéen par sa direction), le causse est coupé par une série de très nombreuses diaclases dirigées 157° dont quelques unes, comme à St-Bauzile, forment de vraies failles. Ces diaclases sont remplies d'argile rouge avec fragments de véritable bauxite. *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 518.

de Lavalette et à Lanuéjols et qui n'est autre chose que la terminaison occidentale de la grande faille du Mt Lozère. Cet accident, qui sur tout son parcours redresse les couches jusqu'à la verticale, les lamine et les écrase, se traduit dans les formes orographiques du terrain; il dessine la combe ou ravin de la Valette et trace sur le causse une sorte d'étranglement qui correspond au torrent des Amberias, à 1 kil. O. de Lanuéjols. Le causse de Mende est ainsi comme divisé en deux parties, celle de l'O. dirigée sensiblement 70° représente le fond de l'ancien synclinal jurassique, celle de l'E. dirigée 105°, parallèlement à l'accident La Valette-Lanuéjols, doit son orientation spéciale à cet accident. Tout le long de la fracture les couches sont redressées, et même dans la partie comprise entre Vitrolles et le Masseguin elles sont absolument renversées (Voyez le détail de la coupe, pages 633 et 634).

Le profil ci-dessous représente la disposition des couches. En

Fig. 2. — Coupe montrant le renversement complet du Jurassique au voisinage de la faille.



CAUSSES DE BADAROUX.

Deux petits plateaux d'Infralias au N. du village couronnent le granite et lui forment une couverture de terrains nus, secs, pierreux et stériles; la nudité et la couleur brune des pentes tranchent sur la verdure qui orne les sols granitiques. Ces petits plateaux offrent à la base 1 à 3m de grès grossier ou *arkose rhétienne*, puis 15 à 20m de *calcaire capucin* du même âge, surmonté par les calcaires jaune clair de l'*Hettangien* (40m); on n'y trouve ni la zone inférieure fossilifère, ni le niveau supérieur avec végétaux.

CAUSSE DE LA ROUVIÈRE.

La succession générale des couches est la même dans tous ces petits causses : les bancs supérieurs de l'Hettangien montrent des traces de bois flottés et sont surmontés par quelques mètres de calcaire spathique encrinitique, qui représente la base du Sinémurien.

Toutes ces couches plongent régulièrement de 5 à 6° vers le sud et sont le prolongement évident de celles du causse de Mende qui sont sur l'autre rive du Lot; les tranchées du chemin de fer de Mende à la Bastide fournissent de bonnes coupes. Les arkoses du Rhétien, épaisses de quelques décimètres dans les côteaux qui bordent le Lot, s'épaississent à mesure qu'on s'en éloigne vers le nord où se trouvait le rivage; à la baraque des Salses, au-dessus des beaux et pittoresques blocs granitiques appelés *rochers du beurre*, l'arkose a déjà 2m d'épaisseur; à 1 k. plus au nord et plus haut encore vers Pelouse, elle couvre seule le granite du Palais du Roi, et y forme de tristes et nus plateaux, très légèrement relevés vers le N.-O. où ils s'élèvent jusqu'à 1330m d'altitude; les cailloux de quartz roulés et assez gros abondent dans cette arkose, l'ancien rivage de la mer rhétienne ne devait pas être loin.

Sur ces causses de la Rouvière, et en particulier sur ceux qui s'étendent entre la Baraque et Pelouse, le calcaire capucin est souvent pénétré de quartz limpide; on en trouve des cristaux pyramidés de plusieurs centimètres de long.

CAUSSE D'EYGAS.

Sous ce nom je comprends le plateau qui s'allonge pendant 6 kil. du S. au N. entre la vallée de l'Esclancide à l'O., et celle du

Beyrac à l'E. Il est comme les précédents constitué par l'Infralias : en bas quelques décimètres d'arkose reposent sur le granite, puis 15m calcaire capucin sans fossiles avec géodes de barytine et de spath, puis au dessus 30 à 40m calcaire Hettangien en bancs minces et en plaquettes alternant avec des lits d'argile multicolore. Ici, pas plus que dans les causses situés plus à l'O., nous ne voyons apparaître le niveau hettangien fossilifère à *Am. planorbis*.

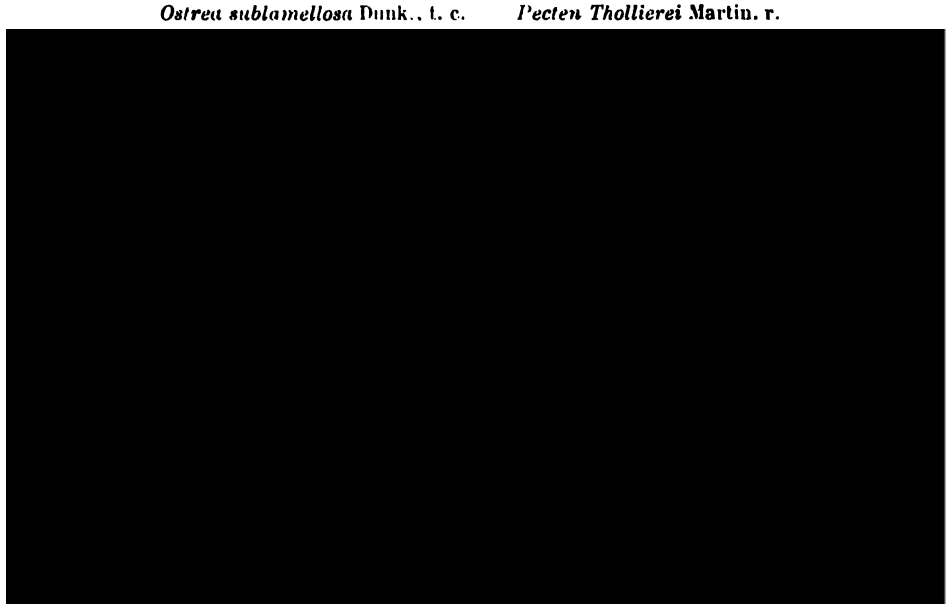
Vers le N., le causse d'Eygas, toujours absolument nu, sans un arbre, sans un buisson, forme des croupes pierreuses d'une désespérante stérilité ; il se relie insensiblement aux immenses déserts de la plaine de Montbel ; le vallon de Beyrac le sépare des causses d'Allenc.

CAUSSES D'ALLENC.

Sous ce nom collectif on peut grouper d'abord le plateau d'Infralias qui s'étend au N. du village d'Allenc jusqu'à la plaine de Montbel, et ensuite le plateau situé au S. qui s'étend jusqu'au Lot et à la vallée de la Bessière.

Ici le grès arkose de l'étage rhétien acquiert plus d'importance, et, aux environs d'Allenc, il atteint 5 ou 6 m. d'épaisseur; on y trouve de loin en loin des empreintes de *Otozamites latior*. Entre cette arkose et le calcaire capucin commencent à s'intercaler des plaquettes de calcaire gris (2 à 3m) qui, dans le lit du torrent de Chadenet, à 1 kil. N. du village de Crouzet, sont fossilifères et contiennent :

Pecten valoniensis Defr., c. — *Cypricardia porrecta* Dum., a. c.
Ostrea sublamellosa Dunk., t. c. — *Pecten Thollierei* Martin. r.



qu'au granite ; sa formation est due à une faille qui en jalonne la rive gauche à mi-hauteur du coteau, et qui à l'E. du hameau de Laltaret sépare le causse d'Allenc de celui de Larzalier, partie occidentale du causse de Belvezet.

CAUSSE DE BELVEZET.

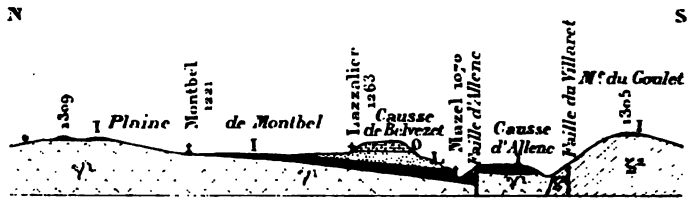
Celui-ci offre un réel intérêt orographique et stratigraphique. Au premier point de vue, c'est le plus élevé de tous les causses de France ; ses deux sommets culminent à la même altitude de 1263m l'un à l'O. sur calcaire à Fucoides non loin du hameau de Larzalier, l'autre au S.-E., au col du chemin de la Serre, au point où le calcaire à Entroques du Bajocien vient buter contre les micaschistes qui sont relevés par la faille du Goulet jusqu'à 1490m d'altitude. Le causse de Belvezet est à cheval sur la ligne générale de partage des eaux de la France ; d'un côté ses eaux de ruissellement se rendent par la rivière d'Allenc dans le Lot et de là dans la Garonne, de l'autre elles tombent dans le Chassezac, affluent de droite de l'Ardèche qui les porte au Rhône. Dominé au sud par la montagne du Goulet aux micaschistes nus, le causse domine à son tour, du côté du nord, la vaste plaine de Monthel, absolument nivelée à la cote 1200m, faîte hydrographique de la France.

Au point de vue de sa constitution profonde, le causse de Belvezet n'est pas moins intéressant : Il présente au-dessus de l'Infralias ordinaire de la région un Lias complet, point du tout rudimentaire, où en particulier les marnes toarciennes sont très développées (20m), elles sont surmontées par le calcaire à Fucoides du Bajocien inférieur ; celui-ci très épais (50m) offre à sa base une série de couches calcaires marneuses à *Cancellophycus liasinus* qui forment le passage au Toarcien, mais sa partie supérieure présente un développement inusité des silex qui partout se trouvent à ce niveau dans la région des causses. Ici le calcaire est rempli de silex branchus, identiques par leur nature aux *chailles* ou *charreyrons* du Roannais et d'autres régions. Cette transformation latérale du calcaire à Fucoides en calcaire à charveyrons ne s'est d'ailleurs pas faite brusquement : quand on suit les couches à *Ostr. sublobata* depuis Mende jusque dans le haut Gévaudan on les voit se charger progressivement de silice ; déjà à Sainte-Hélène et puis sous le roc de l'Aigle, les lits de silex sont très abondants, mais la transformation en calcaire à charveyrons est enfin complète dans le causse de Belvezet ; là, les silex pyroma-

ques et surtout les silex poreux décalcifiés jonchent partout le sol. Cette transformation est-elle due à la proximité de l'ancien rivage de la mer jurassique ? C'est probable, mais en tous cas elle nous donne la clef de la présence des chailles jurassiques au milieu des terrains de transport d'âge miocène dans les environs de Langogne (Lozère), du Monastier et de Fay-le-Froid (Haute-Loire).

La coupe ci-dessous, passant par Montbel, Larzalier et le Mazel, c'est-à-dire dans la partie occidentale du causse de Belvezet, indique les relations de ce plateau avec le causse d'Allenc, et aussi la structure souterraine de la plaine de Montbel ; elle montre aussi, malgré la petitesse de l'échelle, le rapide accroissement

Fig. 3. Plaine de Montbel et causse de Belvezet. — Echelle de 1 cent. pour 1600 m



O. Bajocien. — γ^1 Granite.
L. Lias. — ζ^2 Schistes cristallins.
I. Infralias.

d'épaisseur du Lias entre Larzalier et Mazel :

BAJOCIEN { O1 30m Calcaire marneux avec très nombreux silex ou *charceyrons* dans les couches les plus élevées.
Cancellophycus scoparius, *Am. Murchisonæ*, *Posidonomya Vellava*.

LIEN { L7 30m Marno-calcaires en petits bancs. *Am. aalensis*, *Cancellophycus liasinus*.

RHÉTIEN — 1o 10m Grès arkose en bancs réglés.

Les épaisseurs données ci-dessus sont celles qu'on peut relever dans les environs du Mazel ; elles sont déjà moindres à Larzalier : mais à 3 kil. de là vers l'est, dans la partie du causse qui avoisine Belvezet, les épaisseurs sont encore plus réduites ; une bonne coupe peut y être relevée le long du chemin qui mène du moulin de la Peyre jusqu'au sommet du causse au-dessus de Grosviala. Le Lias supérieur y est réduit à 20 m., le Lias moyen a 15 mètres au plus ; à la base de ce dernier étage et dans les calcaires à *Gr. cymbium* apparaissent des lits un peu glauconieux, preuve certaine de la proximité des rivages.

Le profil N° 5, Pl. XXII, montre les couches de cette partie du causse plongeant uniformément de 3 à 4° vers le sud, et venant buter contre les micaschistes de la montagne du Goulet par l'intermédiaire d'une grande faille, jalonnée par les hameaux de Laubert, la Prade, Larzalier, Grosviala et Daufage.

PLAINE DE MONTBEL.

Un épais tapis d'herbe couvre cette plaine sur 35 kil. carrés et rend les observations géologiques difficiles. Les eaux y sont à peu près stagnantes ; cependant de très légères différences de niveau de 1 à 2m déterminent trois directions d'écoulement ; l'une vers le N.-O. mène les eaux dans le ruisseau de Villesoule, affluent du Chapeauroux qui les verse à l'Allier, l'autre mène les eaux à l'E. dans le Chassezac, affluent de l'Ardèche, qui les verse au Rhône ; la troisième direction est vers le S., mais cette dernière voie d'écoulement ne se fait pas à l'air libre, elle se produit par des gouffres ou *aveus*, sortes d'entonnoirs de 10 à 15m de diamètre (1) qui sont ouverts çà et là dans la plaine à l'altitude de 1200m environ ; ils boivent les eaux, leur font franchir ainsi la couche des marnes à Bélemnites du Charmouthien supérieur et les conduisent dans les couches calcaires solides mais fissurées du Charmouthien inférieur. Là, leur cours souterrain passe sous une partie du causse de Belvezet et va droit au S.-O. ; elles viennent ressortir

(1) Dans la plaine il y a plus de trente de ces gouffres, dont deux seulement sont marqués sur la carte d'Etat-Major. Un d'eux s'est formé brusquement en 1874 à 200m N.-E. du hameau de Larzalier, à la suite d'un gros orage. Il a encore 8m de diamètre. On y voyait au moment de l'effondrement 6m de terre végétale argileuse reposant au fond de l'entonnoir sur les calcaires fissurés.

en sources vauclusiennes plus ou moins temporaires par une série de gouffres échelonnés à l'altitude de 1100m environ dans les affleurements du calcaire à *A. fimbriatus* entre Laltaret et le Mazel d'Allenc; un seul de ces vomitoires fonctionne en temps normal, c'est la belle source du Mazel, les autres ne donnent de l'eau que quand de violents orages sont tombés sur la plaine; toutes ces eaux courent au Lot par le ruisseau d'Allenc et sont ainsi tributaires de l'Océan.

La coupe précédente (fig. 3) indique le parcours souterrain des eaux de la plaine. Dans les gouffres ou avens de la plaine on peut parfois recueillir en abondance les fossiles des marnes : *Am. margaritatus*, *Bel. paxillosus*, etc., on y remarque l'absence totale de toute *Am. spinatus*, alors que cette espèce caractérise à ce niveau spécial les dépôts du causse de Mende vers Sainte-Hélène.

CAUSSE DE CHASSERADÈS.

Ce n'est que le prolongement occidental du causse de Belvezet auquel du reste il se rattache par quelques coteaux d'Infralias entre Grosviala et Daufage, mais déjà dans ce causse les étages de l'Infralias et du Lias ont subi de grandes réductions d'épaisseur; les coupes sont difficiles à suivre à cause des cultures, la plus nette est celle qu'on peut relever sur le chemin de chars qui part de Mirandol et qui monte sur la cime de la montagne du Goulet, en passant par le four à chaux.

Bajocien	O	20m	Calcaire marneux à nodules siliceux, *A. Murchisonæ*.
Toarcien	L6	2m	Marne bleue pétrie de Bélemnites.
	L5	0m50	Dalles de calcaire siliceux fissile à *Leptolepis*.

DÉPOTS SPORADIQUES SUR LES MONTS DE MERCOIRE.

Au N. du causse de Chasseradès s'étend une région de gneiss granulitique qui s'élève par des pentes douces jusqu'à un faîte dirigé E.-O. dont le point culminant est le Mourre de la Gardille (1500m) ; c'est le chaînon des monts de Mercoire. Sur son versant septentrional s'étendait jusqu'au siècle dernier la grande forêt de Mercoire aujourd'hui disparue ; sur le versant méridional les vallons solitaires de la forêt de Chasseradès ou bois de Mirandol cachent mille ruisselets souvent à sec qui sont les sources de l'Allier. C'est dans les impénétrables taillis de hêtre de cette forêt que nous avons dès 1871 découvert divers petits lambeaux de calcaire jurassique, derniers témoins de l'ancienne extension des causses vers le N.-E.

A la source du grand ravin de Malaval, affluent du Chassezac, au lieu dit la Chan des Cades, et à 20m en contrebas du sommet de la montagne, c'est-à-dire à l'altitude de 1470m environ, le calcaire capucin de l'Infralias repose directement sur le gneiss sans interposition de grès arkose ; le banc a 0m50 d'épaisseur, il plonge légèrement vers le S. et est visible sur une étendue de un are. Aux environs, on rencontre épars dans le bois des fragments de calcaire hettangien jaune-clair et de calcaire bleu marneux avec *Bel. paxillosus* et *Am. fimbriatus*.

A 3 kil. N.-E. de ce point, sur la draye dite de Chanlonge, et aux environs du point côté 1463m, la crête des monts de Mercoire est jonchée de blocs épars de calcaire capucin, de calcaire jaune clair de l'Hettangien, de grès rhétien, de calcaire bleu marneux à Bélemnites et de calcaire encrinitique du Charmouthien avec *Pecten*. Le mélange de ces débris à la surface du sol laisse supposer que ces trois étages se trouvaient en ce point représentés par des sédiments normaux, mais de très minime épaisseur.

Ces deux points sont les gisements jurassiques les plus élevés du Plateau central de la France ; ils marquent aussi l'extrême extension septentrionale des dépôts liasiques. Quant aux dépôts du Bajocien, ils ont dû jadis déborder bien au-delà de ces limites du côté du N.-E., puisqu'on en trouve des chailles jusqu'à 30 kil. de là, vers les montagnes du Mézenc (Haute-Loire).

CAUSSE DU PITON DE LA FARE.

Isolé à 1 kil. S.-O. du village de Prévenchères, et tout à proximité

de la voie ferrée, il a été signalé et décrit dès 1868 par Jaubert qui en a donné une bonne coupe (1) ;

30m Calcaire tantôt gris, tantôt jaune clair, fendillé et fragmentaire sans fossiles.
20m Calcaire gris noduleux souvent lumachelle avec faune abondante de l'horizon de l'*Ostrea sublamellosa* ; bon gisement de l'*Am. planorbis*.
25m Calcaire capucin avec grains de quartz vitreux.
2m Grès arkose ou sable en lentilles irrégulières.

CAUSSE D'HOULTET.

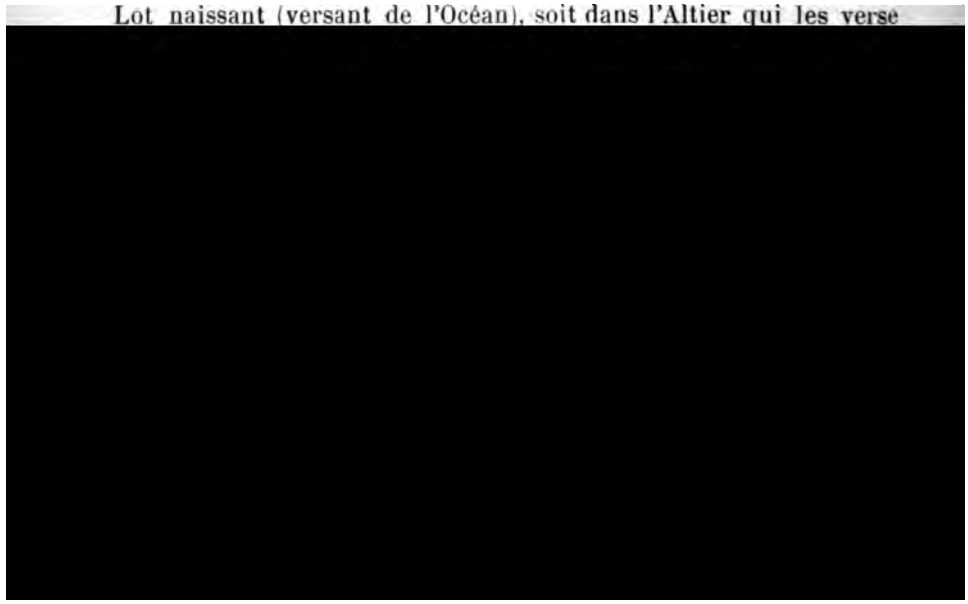
A 1 kil. S. de Bagnols-les-Bains ce petit plateau calcaire couronne, entre 1160 et 1210m d'altitude, un contrefort du Mont-Lozère. Les strates infraliasiques ont seules subsisté sur 70m. d'épaisseur environ ; elles plongent de 3° vers le sud et vont buter contre la grande faille du Mont-Lozère entre Auriac et Houltet.

La coupe est la suivante : Pl. XXII, profil 6.

13 40m Calcaire blanc ou jaune clair en bancs bien réglés avec lits minces de cargneules. Quelques feuillets contiennent *Cypricardia porrecta*.
12 20m Calcaire capucin, pénétré de veinules de barytine orientées 165°, et renfermant des mouches de galène.
5m Calcaire marneux en plaquettes avec *Ostr. sublamellosa*.
10 5m Bancs de calcaire capucin avec cailloux de quartz.

CAUSSE DU BLAYMARD

Allongé de l'O. à l'E. pendant 8 kil. entre Houltet et Cubières, ce causse est assis comme celui de Belvezet sur la ligne générale de partage des eaux de la France ; ses eaux s'écoulent soit dans le Lot naissant (versant de l'Océan), soit dans l'Altier qui les verse

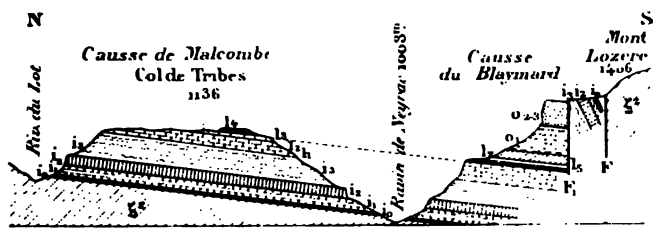


TOARCIEN 10m	8m	Calcaire bleu noduleux à *Cancellophycus liasinus.*
	2m	Marnes grises avec *Bel. tripartitus, Bel. exilis.*
CHARMOUTHIEN 6m	1m	Calcaire gréseux ocreux de couleur foncée avec grains de glauconie.
	5m	Calcaire en gros bancs à cassure spathique. *Gryph. cymbium.*
HETTANGIEN 50m	30m	Calcaire jaune clair en bancs réglés.
	12m	Calcaire capucin avec géodes de barytine.
	8m	Calcaire en plaquettes.

Coupe entre le Blaymard et le Mazel

BAJOCIEN 43m	3m	Dolomie grise sableuse.
	40m	Calcaire compacte à charveyrons et chailles siliceuses en bancs réglés : *Ostrea sublobata.*
TOARCIEN 8m	5m	Calcaire bleu marneux à *Cancellophycus liasinus.*
	3m	Marnes grises recouvertes par la végétation.
CHARMOUTHIEN 7m	1m	Calcaire ocreux avec grains de glauconie : *Pecten æquivalvis.*
	4m	Calcaire en gros bancs, cassure spathique, géodes de spath calcaire et lits de silex : *Bel. niger, Pecten æquivalvis, Tereb. cornuta, Am. margaritatus.*
	2m	Calcaire ocreux à Bélemnites.
HETTANGIEN 55m	30m	Calcaire blanc ou jaune clair en bancs réglés séparés par des lits d'argile verte. Un seul lit contient des petits Bivalves : *Schizodus.*
	15m	Calcaire capucin avec géodes de barytine et de spath.
	10m	Calcaire en plaquettes.
RHÉTIEN	0m50	Grès arkose.

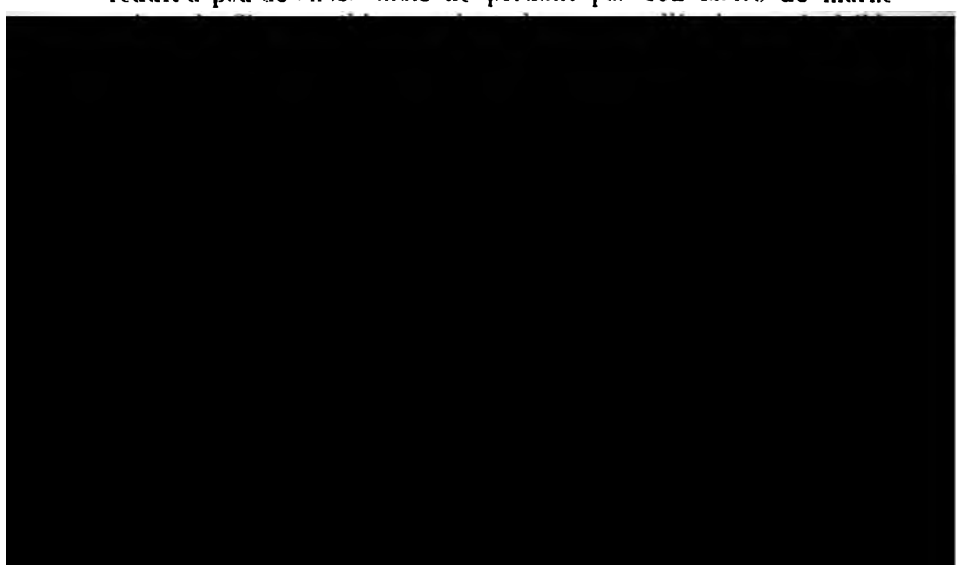
Coupe entre Neyrac et le col de Tribes (Fig. 4).



BAJOCIEN 64m	O3	30m	Dolomie grise avec lits de silex.
	O2	1m50	Banc de silex carié, minéralisé en barytine et alquifoux par les émissions métallifères d'une fracture dirigée 70°. Vastes exploitations anciennes.
		3m	Dolomie avec *Lima hector.* Calc. à *Ostrea sublobata.*
	O1	30m	Calcaire bleu à *Cancellophycus scoparius.*

TOARCIEN 11	L⁷		Calcaire bleu marneux à *Cancellophycus liasinus*.
	L⁶ L⁵	3ᵐ	Marnes grises.
	L⁴	3ᵐ	Marne pétrie de fossiles : *Bel. paxillosus*, *Pecten æquivalvis*, *Rhync. acuta*, *Spiriferina rostrata* L.
CHARMOUTHIEN 20ᵐ	L³	2ᵐ	Calcaire jaune *Am. fimbriatus*, *A. Davœi*, *A. Henleyi*, visible sur la route nationale, au col de Tribes, au point 35ₖ1.
	L²	15ᵐ	Calcaire siliceux en gros bancs à cassure spathique avec lits de silex à sa partie supérieure. *Bel. niger*. *Gryphæa cymbium*, visible sur la route nationale au point 34ₖ8.
SINÉMURIEN 5ᵐ	L¹	5ᵐ	Calcaire encrinitique : Gastéropodes indéterminables.
HETTANGIEN 70ᵐ	I	30ᵐ	Calcaire jaune sale avec lits de cargneule et d'argile verte sans fossiles.
	I⁴	15ᵐ	Calcaire brun capucin avec nodules de barytine et d'alquifoux. Nombreuses galeries irrégulières jadis ouvertes à la pointerolle pour rechercher l'alquifoux.
	I³	20ᵐ	Calcaire gris noduleux à pâte fine, entremêlé à la partie supérieure de couches de lumachelle et de marnes avec fossiles abondants. *Am. planorbis*, *Plicatula intustriata*, etc. (2), couches exploitées pour pierre à chaux sur la route nationale à la borne 33ₖ7.
RHÉTIEN 10ᵐ	I²	10ᵐ	Calcaire jaune et marnes avec lentilles de grès à la base.

Ces coupes du causse du Blaymard sont très instructives. Elles nous montrent le Bajocien se poursuivant vers l'E. dans l'ancien détroit avec ses caractères lithologiques normaux ; le Toarcien réduit à peu de chose mais ne perdant pas son faciès de marne



cours, pénétrée de quartz, barytine et galène ; vers Neyrac elle se dédouble et, comme dans la région de Lanuéjols, un paquet de terrain jurassique se trouve pincé entre les deux failles; comme à Lanuéjols ce paquet de couches est généralement vertical et même renversé.

CAUSSE DE BOURBON.

Ainsi appelé du nom d'un col (1052) par où passait l'ancienne route royale, il se trouve tout entier sur le territoire de la commune de Cubières et à l'E. du village de ce nom.

Les couches de l'Infralias et du Charmouthien y sont développées comme dans la coupe du col de Tribes ; celles du Charmouthien se chargent de petits grains de quartz : toutes plongent très régulièrement de 3 à 4° vers le S. (Voy. Pl. XXII, profil N°4) et butent contre les schistes cristallins du Mont-Lozère par la faille de ce nom qui passe au col de Bourbon et au hameau du Crouzet.

CAUSSE DE POMARET.

Petit lambeau de 1 kil. de long à peine qui, à l'altitude de 860-900m, couronne un mamelon entre Pomaret et la Pigeyre ; ici les calcaires stériles de l'Infralias supérieur (Hettangien) diminuent rapidement de puissance, tandis qu'ils sont toujours surmontés par le calcaire gréseux du Charmouthien, et qu'ils reposent sur l'assise du calcaire capucin ; celle-ci fait toujours barre dans les escarpements, mais elle passe à l'état de calcaire gris à pâte fine.

CAUSSE DE BERGOUGNON.

Situé à 2 kil. à l'E. du précédent, ce causse offre déjà dans la composition de l'Infralias et du Charmouthien des modifications profondes qui montrent qu'on devait s'approcher du fond du golfe jurassique (Voyez Pl. XXII, profil N° 3) :

Bajocien	O_1	20m	Calcaire jaune avec lits de charveyrons : visible seulement dans un ravin à 200m O. du hameau de Bergougnon.
Charmouthien	L_3	4m	Grès jaune tendre avec *Pecten liasinus*.
	L_2	6m	Calcaire plein de grains de quartz, pétri de fossiles silicifiés. *Bel. paxillosus*. *Pecten æquivalvis*.
	L_2	4m	Dolomie gréseuse caverneuse, avec rares petits cailloux de quartz blanc. Quelques *Pecten*.
	L_2	5m	Calcaire rouillé à cassure spathique et rognons de silex.

HETTANGIEN	I$_3$ I$_2$	11^m	Calcaire bleu siliceux à pâte fine formant une grande barre rocheuse au sommet de l'escarpement nord du causse.
	I$_1$	10^m	Marno-calcaire avec lumachelles à *Am. planorbis.*
RHÉTIEN	I$_b$	12^m	Alternance de calcaire jaune avec bancs de calcaire brun plus ou moins gréseux, se terminant à la base par une barre de grès blanc.

Ce qui frappe dans cette coupe ; c'est la présence de grains de quartz et d'éléments détritiques à toute hauteur dans le Charmouthien, et la disparition complète du Toarcien. Tout cela dénote la proximité d'un rivage ; et, en fait, le causse de Bergougnon est le gisement le plus oriental du Charmouthien, tandis que celui du Blaymard marque l'extrême limite du Toarcien.

Il faut, du reste, parcourir 7 kil. vers l'est et dépasser Villefort, pour trouver, couronnant le roc de Chapelas (850^m) dans la commune des Balmelles, un nouveau dépôt sédimentaire.

Mais ce dépôt, n'est plus, comme les précédents, un causse calcaire : c'est un plateau tabulaire, formé par un grès blanc grossier sableux tout à fait distinct des arkoses siliceuses infraliasiques qui, depuis Mende, constituent la base du Jurassique. Ce plateau fait partie d'un ensemble de montagnes de même nature auxquelles nous donnons le nom de

PLATEAUX DE LA BORNE

La vue panoramique qu'on a du haut d'un sommet quelconque des environs de Villefort est curieuse ; elle s'étend librement dans la direction du nord, sur une série de plateaux parfaitement aplanis que séparent des gorges de 600^m de profondeur, véritables *couloirs*

rabot. Une couche de grès blanc de 20 à 30m d'épaisseur couronne la plupart d'entre eux et matérialise en quelque sorte le plan légèrement incliné qui arase tous ces plateaux, appelés dans le pays des *chams* (1). Vers le nord-ouest c'est la Cham du Thord (Schistes 1147m) la cham de la Molette (Schistes 1010m), la cham de Puylaurent (gneiss 1072), la cham du Roure (grès 962), vers l'ouest la cham de la Garde (grès 850m) ; vers le sud ouest et le sud la cham des Balmelles (grès 837) et la cham d'Elze (grès 792m); vers le sud-est enfin une série de petits plateaux adossés au Serre du Barry s'abaissent vers le Vivarais, et se raccordent avec les plateaux calcaires des *gras*.

Entre ces diverses chams se creusent les gorges lumineuses de la Borne, de l'Altier et de Chassezac, *cagnons* étroits, aux flancs hérissés de rocs granitiques. L'horizontalité des strates de grès, faisant l'office d'un plan de comparaison continuel au niveau de l'observateur, permet d'apprécier d'un coup d'œil tout ce qui manque en dessous de ce plan, c'est-à-dire le volume des matériaux enlevés par l'érosion, et aussi tout ce qu'il y a au-dessus, c'est à-dire les montagnes surélevées et soulevées par le jeu des grandes failles tectoniques.

Ces montagnes surgissent au loin et bornent l'horizon ; au nord-ouest, à 20 ou 25 kilomètres, ce sont les ridements gneissiques des monts de Mercoire (1502m) ; à l'ouest la chaîne dénudée du Goulet, (1490m) avec un profil triangulaire ; puis, au sud-ouest, le puissant *môle* granitique du Mont Lozère (1702m), et enfin au sud, la crête dentelée irrégulière dite Serre de Malons (990m) et Serre de Barry (2) coupée par les cols de Villefort et du Mas de l'Air.

On aperçoit nettement les chams d'Elze et des Balmelles venir buter contre le Serre de Malons par la faille du Mont Lozère, on suit de l'œil cette fracture et on la voit fuir vers l'ouest dans la direction des causses de Bergougnon et du Bleymard. Placé suffisamment loin du Mont Lozère et du Goulet pour pouvoir en saisir les formes d'ensemble, et cependant assez près pour distinguer

(1) Ce mot, dérivé probablement de la basse latinité *calma*, croupe élevée plane, est une altération du mot *calm* (diminutif *calmette* et il s'écrit souvent can ou cham. Il s'applique dans le Languedoc aux crêtes de montagnes aplaties ou aplanies, sans entraîner nécessairement l'idée corrélative de plateau calcaire ; ceux ci sont désignés exclusivement sous le nom de *causses*. Le causse implique donc toujours une notion minéralogique de sol calcaire, la cham une notion orographique de forme. Par agglutination de l'article féminin ce dernier mot devient souvent Lacan, Lacalm, Lachan, Lachamp.

(2) Le mot *Serre*, du bas latin *Serra*, s'applique dans le Languedoc aux crêtes allongées et dentelées : c'est la *Sierra* des Espagnols.

encore les petits causses du Bleymard et de Chasseradès, l'observateur voit se peindre en quelque sorte devant lui sur la ligne d'horizon le profil que nous avons représenté dans la planche XXIII. On a le sentiment très net qu'une continuité ancienne a dû régner entre les petits causses du synclinal de l'Altier et ceux du synclinal du Chassezac par dessus la crête des monts du Goulet.

Reportant ensuite les regards plus près, sur les profondes vallées qui s'ouvrent à nos pieds, on voit se déployer, sous les croupes pelées et les bruyères roses des plateaux, la vaste zone de châtaigners qui couvrent toutes les pentes. Leur opulente verdure contraste avec les tons gris de la roche granitique, et roule en fraîches ondulations dans le fond des vallées ; çà et là surgissent au-dessus des flots de cette verte houle des bois, tantôt quelques rocs granitiques découpés en pinacles bizarres, tantôt quelque croupe schisteuse dénudée portant un groupe de maisons.

Mais, sans examiner tous les détails, le regard glisse sur les pentes et sonde la profondeur des gorges : on reste confondu devant l'immensité du travail de déblai opéré par la rivière du Chassezac et ses affluents. La netteté des contours, la vive lumière du soleil languedocien font du panorama un émerveillement pour les yeux et aussi une impressive leçon de choses ; ici il n'y a qu'à l'écouter pour s'instruire, car

> Tout parle dans la Nature
> Il n'est rien qui n'ait son langage. (LA FONTAINE).

De cette vue d'ensemble sur le pays de la Borne se dégage une grandiose et muette affirmation d'harmonie, de simplicité, de clarté, comme si tous ces monts lointains, tous ces plateaux rapprochés

mers anciennes s'étendre au loin jusqu'aux reliefs émoussés du Mont Lozère ou des monts de Mercoire ; mais il faudrait, pour retrouver l'image complète du paysage jurassique, supprimer par la pensée les chaînes montagneuses saillantes dont le relief est dû en majeure partie au jeu des failles tertiaires. Le tracé de celles-ci se voit d'ailleurs sur le terrain avec une netteté parfaite.

Cependant, pour pouvoir serrer de plus près l'évolution et l'histoire géologique de ce coin de terre, il y a lieu au préalable de résoudre une question stratigraphique : les grès des *chams* de la Borne sont-ils infraliasiques ou triasiques ?

La première opinion a été émise dès 1840 par Dufrénoy, et reprise en 1859 par Hébert (1) qui ne l'abandonna pas en 1869 (2) et la partageait alors avec Jaubert (3) ; la deuxième opinion, émise dès 1845 par E. Dumas (4) a été celle de Dieulafait en 1869 (5). Pour nous il ne saurait y avoir doute quand on examine la question au double point de vue de la continuité des couches et de leur situation stratigraphique, bien que la paléontologie ne puisse nous aider ; les grès des plateaux ou *chams* de la Borne sont certainement triasiques.

Si, en effet, on suit les arkoses infraliasiques indiscutables depuis les environs de Mende jusque vers Villefort on les voit se poursuivre sous des épaisseurs très variables qui s'amincissent progressivement de l'O. à l'E., et qui se réduisent parfois à quelques décimètres seulement ; ces grès se fondent par des lits de calcaire gréseux avec les couches rhétiennes qui les surmontent ; ils contiennent toujours du bois flotté et parfois même des empreintes d'*Otozamites* d'espèces rhétiennes ; enfin ils disparaissent entièrement à la hauteur du méridien du Bleymard.

Dans la région à l'est de Villefort, au contraire, que trouvons-nous ? des grès puissants (15 à 30m) blancs, souvent sableux, sans un seul lit de calcaire ou de marne intercalée ; aucune trace de végétaux fossiles ; une épaisseur qui croît progressivement de l'O. vers l'E. et qui, rapidement, devient supérieure à 40m (Cne de Gravières).

Stratigraphiquement, les grès de la Borne se relient d'une façon continue aux couches analogues du puissant système triasique qui forme une large bande dans l'Ardèche et le Gard depuis

(1) *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XVI, p. 906 et suiv.
(2) Id. t. XXVI, p. 447.
(3) Id. t. XXVI, p. 441.
(4) Carte géologique du Gard, arrondissement d'Alais.
(5) *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XXVI, p. 251 et suiv.

Privas jusqu'à Alais. Ils sont évidemment le prolongement ultime de ces grès du bas Vivarais. Au contraire, un hiatus de quelques kilom. les sépare des plus proches arkoses rhétiennes du haut Gévaudan (1).

Ce n'est pas à dire pourtant que les eaux infraliasiques n'aient pas pu recouvrir ces grès triasiques ni même en remanier parfois sur place la partie supérieure : cela a eu lieu certainement et la coupe du gisement du Mas de l'Air en fait foi (voy. plus loin page 663) mais ces recouvrements ont dû être de très petite importance dans la région qui nous occupe.

Quoiqu'il en soit, le plateau ou *Cham* des Balmelles, à 1 kil. E. de Villefort, ne montre aucune couche calcaire infraliasique ; il faut aller à 1 kil. plus loin vers l'E. et aborder la Cham d'Elze pour rencontrer des dépôts jurassiques formant sur la Cham gréseuse d'Elze un véritable petit causse calcaire, le causse du Mas de l'Air.

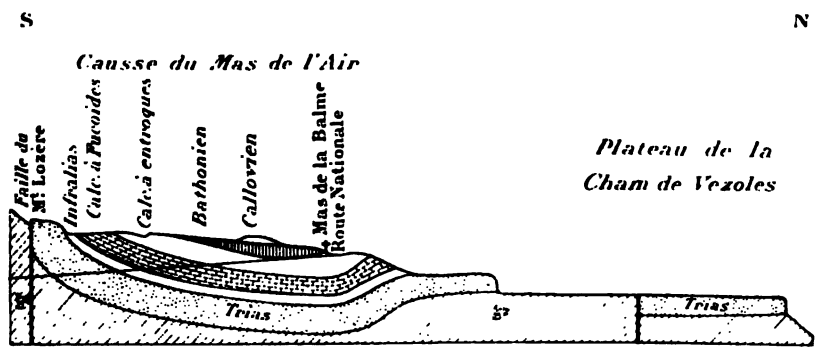
CAUSSE DU MAS DE L'AIR

Le col du Mas de l'Air, sur la route nationale, montre les grès triasiques relevés fortement au contact de la faille du Mont Lozère (voy. Pl. XXII, profil 2), mais à droite et à gauche de ce col, se trouvent deux petits causses calcaires de 600^{m} de diamètre chacun, qui reposent sur le puissant soubassement de grès. Ce soubassement, généralement taillé à pic sur son pourtour, couronne deux contreforts du serre de Malons : la cham d'Elze et la cham de Vézoles.

Le causse oriental du Mas de l'Air et la cham de Vézolles, contournés par la route nationale, fournissent d'excellentes coupes de ce

couches du Bathonien sont visibles soit dans le petit bois de pins au S., soit entre le bois et le Mas de l'Air, au-dessus des grandes carrières où on exploite le Bajocien pour l'empierrement de la route ; les marnes calloviennes sont recouvertes par la végétation, mais nous avons, en 1882, fait faire plusieurs fouilles qui les ont trouvées sous 0m80 de terre végétale formée d'éboulis schisteux.

Fig. 5. — Coupe du Causse du Mas de l'Air.



CALLOVIEN
- 6m? Marnes grises. *A. macrocephalus*, *Posidonies*.
- 1m Marno-calcaire gris avec grains de glauconie. Cette couche est pétrie de fossiles, principalement d'Ammonites :

BATHONIEN 5m60
- *Ammonites retrocostatus* Grossouvre.
- *Perisphinctes Martinsi* d'Orb., cité par Jaubert. *B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI, p. 263.
- *Parkinsonia Parkinsoni* Sow., r.
- *Perisphinctes aurigerus* Oppel, r. Identique à *A. Backeriæ* d'Orb., p. 149, n° 1.
- Id. *procerus* Seebach., r.
- Id. *subbackeriæ* d'Orb., a. c. Identique à d'Orb., pl. 148.
- *Oppelia discus* Sow., a. c. Identique à d'Orb., pl. 131.
- *Perisphinctes arbustigerus* d'Orb., a. c.
- Id. *quercinus* Tq. et J., a. c.
- *Cœloceras linguiferus* d'Orb., a. c. Identique au type pl. 136.
- *Oppelia fusca* Quenst., a. c.
- Id. *subfusca* Oppel. Type à petits tubercules, a. c.
- *Lytoceras tripartitum* Raspail, r.
- *Sphæroceras bullatum* d'Orb., r. Identique aux types de Conlie et de Nevers.
- *Harpoceras hecticum* Rein., r.
- *Belemnopsis bessinus* d'Orb., c. c.

Rhynchonella cf. Oppeli, r.
Id. *cf. personata* Dum., r.
Trigonia sp. Espèce de Bayeux.
Plagiostoma.
Ostrea costata Sow.
Corbis orbiformis Tq. et J.
Plicatula sp.
Lima bellula Tq. et J.
Collyrites analis Desor. Cité par Ebray. *Bull.*, 2e série, t. I, p. 34.
Cancellophycus Marioni ? Sap.

BATHONIEN 3m60 (*suite*).

1m Calcaire gris à gros charveyrons et Cancellophycus. Ammonites très rares.

1m Calcaire gris fumée, très dur, rempli de petits charveyrons siliceux. Fossiles impossibles à extraire et restant en saillie sur la roche.

0m10 Calcaire marneux bitumineux rempli d'Ammonites impossibles à extraire et reposant sur la surface durcie du banc inférieur.

2m50 Calcaire compacte dur gris fumée pétri de Bryozoaires, divisé en quatre bancs

7m Calcaire à Entroques de couleur brune devenant rouge lie de vin dans sa partie la plus élevée : stratification entrecroisée et oblique. *Bel. Blainvillei* Voltz.

8m Calcaire rouge avec lits de gros silex ou charveyrons, très activement exploité pour empierrement. A la base et presque en contact avec l'Infralias, un lit renferme en assez grande abondance : *T. perovalis* Sow., *T. Kleinii* Lamk., *Pecten personatus*, *Cidaris courtaudina*, *Bel. Blainvillei*, *Ostrea proboscidea* Sow., *Harpoceras Murchisonæ*, *Pecten Dewalquei* Opp. La roche est identique à celle du causse de Belvezet. Les silex épars sur le sol et décalcifiés donnent des *chailles* identiques à celles de Belvezet ou des environs

BAJOCIEN 15m

B. C'est également le témoin le plus occidental de l'extension du Bathonien calcaréo-vaseux dans la vallée du Rhône (1).

C. Permanence remarquable du Bajocien avec le même faciès qu'au Blaymard ou à Belvezet.

D. Disparition complète des trois étages du Lias et réduction de l'Infralias à presque rien.

CAUSSE DE LA ROUSSE.

Situé à 4 kil. 800^{m} du précédent vers l'E. (distance comptée sur la route nationale) et en un point dit la baraque du Chausse, ce petit plateau calcaire n'est déjà plus qu'à l'altitude de 642 mètres: il est, comme tous les précédents, adossé à la montagne du Serre de Malons par la faille du Mont-Lozère, mais, de plus, il est surélevé de 40^{m} environ au-dessus du niveau des terrains situés encore plus à l'E. par l'effet d'une faille 45° qui passe par Malarce, Planzolles, Deux-Aygues et qui limite de ce côté la bande triasique du Vivarais.

D'une étendue de 10 hectares à peine, ce petit causse calcaire repose sur 15^{m} de grès blanc triasique. Ses couches plongent de 3 à 4° vers le S. mais elles sont brusquement redressées à quelques mètres seulement de la faille du Mont-Lozère, et le plan de cette faille paraît plonger vers le S., de sorte que les schistes cristallins surplombent un peu les couches jurassiques :

Callovien 6^{m}	6^{m}	Marnes grises visibles sur la route nationale, à la borne 37 k. 200 : *Bel. canaliculatus* Schloth, *Am. macrocephalus*, Posidonies, *Cidaris Schlœnbachi* Mœsch.
Bathonien 3^{m}50	3^{m}50	Calcaire gris fumée siliceux, pétri d'Encrines ; fossiles empâtés : *Ostrea costata*, *Parkinsonia Parkinsoni*. La surface supérieure est durcie, corrodée et ocreuse.
Bajocien 10^{m}	7^{m}50	Calcaire à Entroques, cassure spathique bleue; mais la surface des bancs est brune ou rouge d'ocre : *Pecten personatus*, *Bel. Blainvillei*, *Lima heteromorpha?*
	2^{m}50	Calcaire gréseux, ou grès calcaire, parfois friable, mais souvent très ferrugineux; on y a pratiqué quelques fouilles pour en retirer des rognons d'hématite. Par places, ce grès est pétri d'Encrines avec une abondance extraordinaire de baguettes de *Cidaris*.

(1) Dans le bassin des Causses, le Bathonien atteint parfois une très grande épaisseur, 200 mètres et plus dans les gorges du Tarn, mais il est toujours constitué par des dolomies, des calcaires construits ou des calcaires oolithiques. A la base, quelques marno-calcaires avec houille subordonnée (*Stipites* du Larzac).

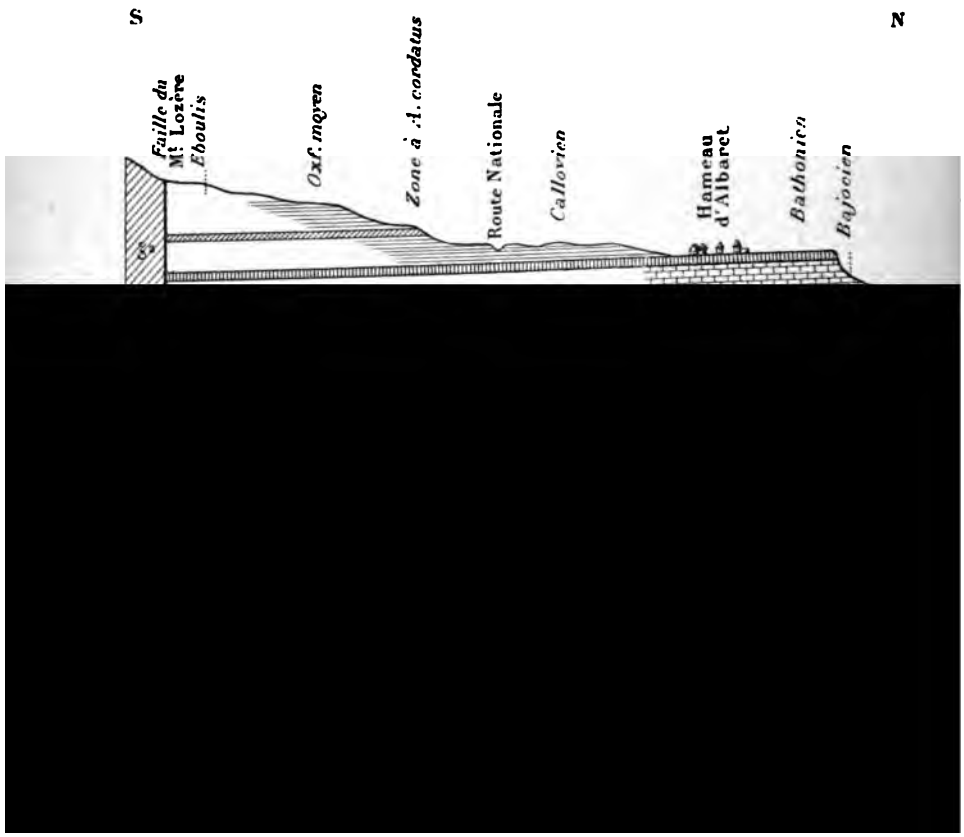
Cidaris cf. *spinolobus* Rœm.		*Cidaris* cf. *Courtaudina* Cotteau.	
—	*anglosuevica* Opp.	—	*Zschokkei* Desor.
—	*prænobilis* Quenst.	*Bel.*	*Blainvillei* Woltz.
—	*Chamassei* Cotteau.		

INFRALIAS 2m50	{	2m50) Petits bancs de cargneule, de calcaire jaune dolomitique, de calcaire bréchiforme, avec petits lits d'argile verte.
TRIAS	{	20m? Grès blanc grossier, friable, souvent presque sableux.

CAUSSE DU MOIGNARD.

A partir de la Baraque du Chausse, et en se dirigeant vers l'est, les dépôts de grès du Trias sont continus, mais il faut franchir 2 kil. pour retrouver les terrains jurassiques. Ils forment ici un plateau calcaire, adossé à la montagne gneissique du Serre de Barry, et dont les couches plongent très régulièrement vers le S., où elles sont brusquement coupées par la grande faille du Mont-Lozère.

Fig. 6. — Coupe du Causse du Moignard.



Bathonien 4m	4m	Calcaire gris très dur, pétri d'Encrines. La texture a une tendance à devenir pisolithique. Quelques silex branchus. La surface supérieure est ravinée, durcie et rouillée.
	3m	Calcaire à Entroques, roux ou lie de vin, *Cidaris sellensis?* (Mun.-Ch. in Cotteau), *Pecten*, *Belemnites*.
Bajocien 7m	1m	Marne et calcaire marneux à Entroques. Surface de banc jonchée d'Ammonites dont on ne voit que la coupe, et qu'on ne peut détacher.
	3m	Calcaire à Entroques, bleu foncé devenant roux sur les surfaces exposées à l'air. Il empâte une multitude de grains de quartz et de cailloux anguleux avec des cristaux de feldspath orthose inaltéré qui ont plus de 1 centim. et des fragments anguleux de cargneule.
Infralias	0m50	Banc de cargneule jaune. Il manque sous le ponceau au point 35 k. 2, mais il se trouve à 50 m. de là, vers l'E.
Trias	1m	Grès blanc sableux.

Dans cette coupe, comme dans la précédente, il convient de remarquer la persistance des caractères lithologiques du Bathonien et du Bajocien, ainsi que les indices qui témoignent de la proximité du rivage, du peu de profondeur de l'eau et de la violence des courants. A noter aussi l'absence du Lias, l'état rudimentaire de l'Infralias, et le rapide accroissement d'épaisseur des marnes calloviennes depuis la coupe de la Baraque du Chausse, éloignée seulement de 2 kilomètres à peine. Du reste, à partir du point où nous sommes, chaque pas fait dans la direction de l'est amène un épaississement notable de certains étages. Ainsi, dans le même causse du Moignard, si on relève la coupe aux environs du château de la Tour, on voit au-dessous des bancs roux du calcaire bajocien un petit banc de calcaire gris de fumée à pâte fine avec *Ostrea sublamellosa* qui repose sur des marnes en plaquettes et des cargneules jaunes ; c'est l'Hettangien et le Rhétien rudimentaires (ensemble 10m). Le tout repose sur les grès triasiques (100m environ).

Avec le causse du Moignard se termine la série des lambeaux de calcaire jurassique qui forment comme une traînée continue de petits causses échelonnés par dessus le faîte des Cévennes. A 1 kil. S.-E. du Causse du Moignard commencent, au hameau de la Chapelle, les premiers contreforts des curieux plateaux calcaires du bas Vivarais appelés les *gras* (1 ; ici c'est le gras des Vans dont les couches les plus élevées (Kimmeridgien) forment le remarquable

(1) Les calcaires horizontaux du Kimmeridgien affleurent sur les pentes nues de ces plateaux en y formant comme des marches d'escaliers ou gradins (*grassatus* en basse latinité), d'où le nom de *grassades* ou de *gras*, qu'on prononce *grass*.

truc des Coucous au-dessus de Naves, tandis que les plus inférieures, les seules dont nous ayons à nous occuper ici, affleurent le long de la route nationale entre le hameau de la Chapelle et les Vans.

GRAS DES VANS.

Au hameau de la Chapelle, ce qui frappe tout d'abord dans les tranchées de la route, c'est la superposition du gneiss au calcaire jurassique ; il faut un examen minutieux et attentif pour voir qu'un grand pan de la montagne gneissique du Barry, long de 300m, et ébranlé par la poussée au vide résultant de la faille du Mont-Lozère, a dû jadis glisser en bloc sans se disloquer sur les marnes calloviennes, et est venu se poser sur le calcaire solide bathonien.

Sous ce Bathonien presque horizontal se trouve, comme au Moignard, le calcaire à Entroques roux et ferrugineux du Bajocien qui forme à flanc de côteau une puissante corniche rocheuse de 10 à 20m d'épaisseur. On le voit reposer sur des marnes grises et des calcaires gris fumée à cassure esquilleuse (6m50) où on rencontre déjà quelques *Ostrea sublamellosa* ; c'est l'Hettangien à *A. planorbis* qui, plus loin, prend un complet développement dans le bas Vivarais (Robiac, Joyeuse, Aubenas).

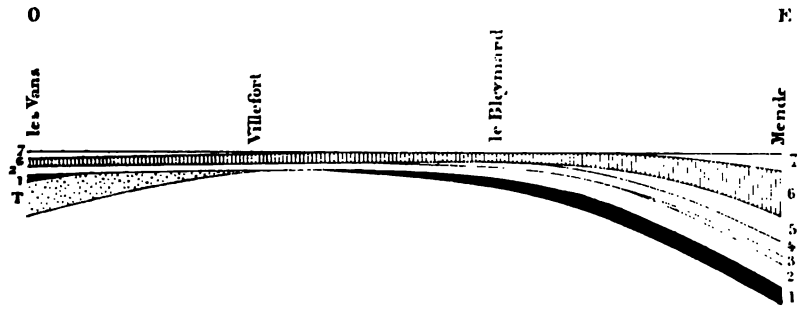
Sous ces couches, un système complexe de grès friable, de marnes jaunes, de cargneules et de calcaires en plaquettes, épais de 10m, renferme *Gervillia præcursor* et *Avicula contorta* ; c'est déjà le Rhétien classique du bassin du Rhône.

En se rapprochant des Vans, la succession des étages demeure la même ; mais il s'y intercale cependant un nouveau terme : le Lias. En effet dans le lit du grand torrent qui descend de

Les pages qui précèdent font connaître quelques uns des *outliers* de la grande région naturelle des Causses, témoins respectés par la dénudation, témoins qui démontrent la transgression ancienne des mers jurassiques pardessus l'axe cristallin des Cévennes.

Mais pour reconstituer l'histoire géologique de ce coin de terre, il convient de résumer auparavant pour chaque étage les faits certains ou très probables qui découlent des coupes, et de les résumer en une figure schématique, fig. 7.

Fig. 7. — Schéma des épaisseurs des étages jurassiques entre les Vans et Mende. Échelle des hauteurs : 1 centimètre pour 200 mètres.



7 Bathonien ; 6 Bajocien ; 5 Toarcien ; 4 Charmouthien ; 3 Sinémurien ; 2 Hettangien ; 1 Rhétien ; T Trias.

Trias. Aucune trace de dépôts de cet âge n'existe dans le golfe des Causses vers Mende ni même plus au sud vers Florac. Des grès sableux commencent à apparaître à la hauteur du méridien de Villefort, et s'étendent vers l'est sur un pays de roches cristallines absolument nivelé par l'*abrasion* antétriasique. Ces grès prennent rapidement une énorme importance à mesure qu'on se dirige vers l'est. A la hauteur des Vans, le terrain est complètement représenté par ses sous-étages avec une épaisseur totale qui dépasse 200 mètres.

Rhétien. Importante transgression marine vers l'ouest, et formation du golfe des Causses ; dépôts détritiques (grès arkose), souvent tout à fait littoraux avec cailloux roulés, d'épaisseur très variable qui semblent avoir remblayé les très faibles inégalités du fond du golfe des Causses. Amincissement progressif des dépôts entre Mende et le Bleymard ; leur disparition complète à la hauteur de Villefort ; dans la région des Vans, sédiments calcaréo-vaseux avec *Avicula contorta.*

Hettangien. La zone inférieure dite à *Am. planorbis* est représentée au fond du golfe des Causses par le calcaire capucin, formation très

spéciale, sans fossiles et caractérisée par sa minéralisation ; c'est un dépôt sublittoral. A l'est de Mende, se développe au-dessus de cette assise un calcaire gris de fumée, rempli de fossiles, qui atteint sa plus grande épaisseur vers le Bleymard, disparaît à la hauteur de Villefort, et ne réapparaît que dans le voisinage des Vans.

La zone supérieure, caractérisée par une alternance indéfinie de petits lits de calcaire blanc, d'argile et de cargneule, est très puissante aux environs de Mende ; elle témoigne d'une sédimentation chimique très active au fond de vastes lagunes tranquilles dont les eaux étaient à peu près impropres à la vie : les *ripple marks* abondent à toute hauteur de l'étage, preuves d'une profondeur d'eau n'atteignant pas ou ne dépassant guère 100 mètres.

Ce faciès se poursuit sans modification aucune jusqu'aux voisinage des terrains cristallins, mais les dépôts, très épais à la hauteur de Bleymard, diminuent rapidement d'épaisseur vers l'est et n'ont plus que 2 ou 3 mètres près des Vans. D'ailleurs nulle part aucun dépôt littoral, ni aucune trace de transports violents ou de courants ; dans les environs de Mende seulement, les assises les plus élevées sont nettement fluvio-lacustres avec empreintes de plantes.

Tous ces caractères témoignent d'une lente immersion du pays pendant l'Hettangien, immersion qui a dû reculer les rivages notablement au delà des points où nous pouvons constater actuellement des sédiments (1).

Sinémurien. Assises très peu puissantes et qui ne se rencontrent que dans la région de Mende ; elles témoignent cependant d'un retour des eaux franchement marines après le faciès d'estuaire de l'Hettangien supérieur.

Charmouthien inférieur. Grande uniformité de caractères litho-

Charmouthien supérieur. Dépôts calcaréo-vaseux qui ne s'étendent pas vers l'est aussi loin que les précédents, mais qui prennent très rapidement une grande épaisseur vers le Causse de Mende. Il semble qu'à ce moment commence un rapide mouvement d'affaissement du sol vers l'ouest, prélude du géosynclinal qui se dessine nettement à l'époque suivante.

Toarcien. A peine peut-on soupçonner quelques traces de rivages vers les Vans. Puis l'absence complète de tout sédiment pendant 30 kil. entre les Vans et le Bleymard indique une région alors exondée. Au contraire, l'approche du Causse de Mende est signalée par une brusque augmentation d'épaisseur des sédiments vaseux. Il y a eu là formation d'une *fosse* profonde de plusieurs centaines de mètres, qui a été remplie par des sédiments exclusivement vaseux, en même temps qu'il y a eu transgression de la mer par rapport à l'étage précédent.

Bajocien. Le mouvement descendant du sol s'est évidemment continué pendant tout le commencement de cette époque. On trouve en effet partout les sédiments du calcaire à Fucoïdes identiques à eux-mêmes, sans trace de dépôts littoraux même dans les *outliers* les plus rapprochés du Mont-Lozère ; tout au plus peut-on noter la prépondérance du silex à mesure qu'on s'approche du fond du golfe ; ce fond s'était grandement étendu vers le N.-E. par suite de l'affaissement continu du géosynclinal ; les chailles que l'on rencontre à Langogne (Lozère), au Monastier et à Fay-le-Froid (Haute-Loire) sont la preuve de cette lointaine transgression marine.

Lors du dépôt du calcaire à Entroques, les conditions de la sédimentation changèrent, mais la transgression marine avait continué, de sorte que la mer des Causses communiquait encore librement par Villefort avec celle du bassin du Rhône.

Bathonien. Il n'en fut pas de même à l'époque bathonienne : une émersion considérable avait de nouveau exondé le Mont-Lozère et la région de Villefort. Du côté de l'est, la mer abandonnait des sédiments calcaréo-vaseux peu épais avec Ammonites ; du côté du golfe des Causses, au contraire, une formation de calcaires coralligènes, de calcaires oolithiques et de dolomies se déposait en couches puissantes.

Toutes ces oscillations marines à l'époque jurassique inférieure se résument en définitive dans la formation et les mouvements d'un anticlinal à grande courbure, dirigé du N. E. au S. O., et

d'un géosynclinal correspondant. Le premier est l'axe précurseur des futures Cévennes, le second a formé le bassin des Causses.

Ces mouvements du sol étant d'ordre tout à fait général, il convient, ce semble, pour pouvoir les bien envisager dans leur ensemble, d'élargir un peu le cadre de notre étude, et de donner ici au moins sommairement quelques indications générales sur la tectonique des Cévennes pendant l'ère jurassique ; les faits stratigraphiques précis sur lesquels reposent nos conclusions seront fournis dans une prochaine notice.

L'axe de l'ancien anticlinal jurassique des Cévennes est jalonné à peu près par les villes de Joyeuse, les Vans (Ardèche), Saint-Germain-de-Calberte (Lozère), Vigan (Gard), Lodève, Bédarieux (Hérault). Le géosynclinal correspondant n'est pas absolument parallèle, mais son tracé est parfaitement marqué par la profondeur anormale de certaines *fosses* qui le jalonnent ; on peut admettre pour son axe une ligne flexueuse qui passerait par le Monastier (Haute-Loire), Langogne, Allenc, Lanuéjols, Montbrun-sur-Tarn, Hures (Lozère), Causse-Bégon (Gard), Nant (Aveyron).

Ce sont là les deux traits saillants, les deux lignes directrices des dépôts jurassiques du Haut-Languedoc. Ce sont ces deux lignes qui ont *joué* pendant toute l'ère jurassique. L'anticlinal, à peine marqué d'abord au début du Rhétien, a été largement submergé à l'époque hettangienne, puis s'est relevé progressivement pendant le Lias, de façon à se trouver franchement émergé à l'époque toarcienne entre Joyeuse et Lodève. Puis un lent mouvement d'affaissement a submergé cet axe pendant le Bajocien inférieur, jusqu'au moment de la fin du dépôt du calcaire à Entroques ; la mer devait alors s'étendre librement par dessus le faîte ; le golfe des

Quant au géosynclinal il paraît s'être constamment et lentement approfondi pendant toute l'ère jurassique, ainsi que le témoigne la parfaite concordance de tous les étages dans le centre des Causses; seulement l'approfondissement du bassin marchait tantôt plus vite, tantôt plus lentement que la sédimentation; de sorte que tantôt la mer était assez profonde (Charmouthien, Toarcien, Bajocien), tantôt elle se trouvait réduite à de larges lagunes (Hettangien) ou même à une sorte d'estuaire avec faune fluvio-marine (Hettangien supérieur, Bathonien inférieur).

Cet approfondissement du géosynclinal s'est fait plus particulièrement en certains points, parmi lesquels Montbrun, à 8 kil. N.-O. de Florac, est un des plus remarquables; là, l'épaisseur des sédiments jurassiques y dépasse mille mètres, ainsi que j'ai eu l'occasion de le montrer sur place, en 1892, à M. Termier et aux élèves de l'Ecole de Mines de St-Etienne.

Les deux grands rudiments de l'écorce terrestre que je viens de signaler ne sont pas restés immobiles après le Jurassique. Nul doute que l'anticlinal n'avait déjà acquis plus de relief à l'époque crétacée, où il bornait vers l'ouest le rivage des mers néocomienne, aptienne etc., (1); mais c'est à l'époque tertiaire que l'anticlinal des Cévennes semble avoir acquis son relief actuel sous l'influence ou sous le contre-coup des mouvements alpins.

Alors, chose curieuse, l'axe de l'anticlinal s'est trouvé passer non plus par les Vans comme à l'époque jurassique, mais à 35 kilomètres plus à l'ouest vers Bagnols-les-Bains (voir le profil planche), ayant été ainsi pour ainsi dire *refoulé* vers le Plateau Central; on peut considérer ce phénomène comme de même ordre que le déversement général des plis alpins vers l'extérieur de la chaîne, vers le *Vorland*, selon l'expression de M. Suess. Quant à l'âge de la production et du jeu de la grande faille du Mont-Lozère, ou des autres failles parallèles (100° à 105°) qui accidentent les Cévennes et les Causses, et qui sont un des traits les plus remarquables de leur tectonique, nous ne sommes pas encore en mesure de le fixer exactement.

RÉSUMÉ

1° A la fin de l'époque permienne, l'abrasion générale de la contrée était à peu près terminée.

2° Le golfe des Causses n'était pas encore dessiné à l'époque

(1) V. Hébert. *B. S. G. F.*, 2e Sér., t. XIV, pl. V.

triasique, mais une transgression marine partielle avait submergé la région de la Borne.

3° Dès le Rhétien, une plus vaste transgression créa le golfe des Causses, et s'accentua encore pendant l'Hettangien, jusqu'au point de recouvrir la majeure partie des pays des Cévennes et du Mont-Lozère.

4° Mais dès le Sinémurien se dessine l'axe anticlinal des Cévennes N.-E., S.-O., qui limite pour la première fois nettement le golfe des Causses, et ferme sa communication avec la mer par Villefort.

5° Le géosynclinal des Causses s'approfondit pendant la période liasique, tandis que l'anticlinal, se relevant peu à peu, finit par être totalement exondé à l'époque toarcienne jusqu'au sud de Lodève.

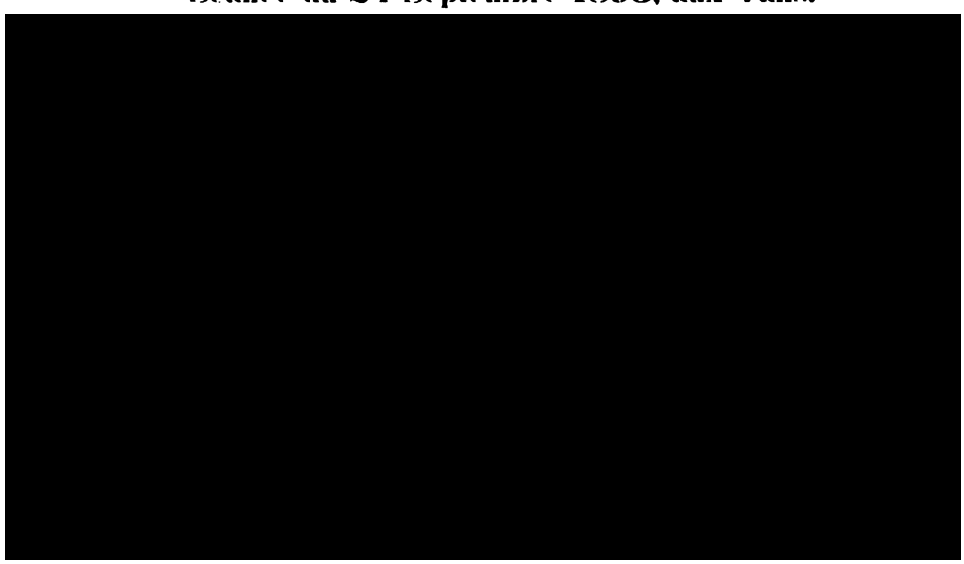
6° Affaissement de l'anticlinal, vaste transgression marine à l'époque bajocienne et approfondissement du géosynclinal qui permet à la mer de déborder au fond du golfe des Causses jusque dans la Haute-Loire.

7° Emersion de l'anticlinal à l'époque bathonienne, émersion qui est définitive entre Joyeuse et le Vigan, jusqu'à la fin de l'ère jurassique, tandis que le géosynclinal ne cesse de s'approfondir de plus en plus.

8° Emersion définitive de toute la région à la fin du Jurassique.

9° Exaltation du relief de l'anticlinal des Cévennes à l'époque des grands mouvements alpins, et refoulement de son axe de 35 kilomètres vers l'ouest.

Séance du 24 Septembre 1893, aux Vans.



remonter la vallée du Lot jusqu'à sa source, et redescendre ensuite la vallée de l'Altier sur le versant méditerranéen jusqu'à Villefort.

La route se maintient constamment, pendant ce long trajet de 40 kilomètres, entaillée dans une assez monotone série de schistes cristallins à peu près pareils à ceux que la Société a pu examiner la veille. Le trop rapide passage en voiture et la pluie ont empêché la Société de bien examiner ces schistes. Elle aurait vu que dans le bassin du Lot, c'est-à-dire depuis Bagnols jusqu'au Bleymard, les plongements sont irréguliers, tandis que la direction générale se maintient en moyenne N.-O. Dans cette partie, et principalement à Saint-Julien, au Tournel, au Sauvage, les schistes deviennent assez fissiles pour pouvoir être exploités comme ardoises ou *lauzes*. Ces ardoises, très résistantes et épaisses de 10 à 15^{mm}, sont micacées, l'aspect en est caractéristique : sur le plat des feuillets satinés par la séricite, on voit le mica noir se grouper en petits amas lenticulaires qui font légèrement saillie ; la tranche montre surtout l'abondance extrême du quartz granulaire. Au microscope, on observe que le mica noir est à peine disloqué et qu'il est en traînées empâtant des grains de quartz ; la roche a ainsi tout à fait la structure de certains schistes micacés d'origine clastique. Il serait donc possible que ces schistes fussent d'âge précambrien, et on aurait pu les indiquer sur la carte avec la lettre X ; mais, d'autre part, ils se lient par des gradations absolument insensibles, avec les schistes inférieurs qui, eux, sont franchement cristallins et sériciteux (ξ), et ils sont surmontés par des amphibolites aux environs de Bagnols-les-Bains.

Les schistes à séricite occupent seuls la partie de la route comprise entre le Bleymard et Villefort ; ils y forment comme une voûte anticlinale à très large courbure qui aurait son centre vers Altier ; les schistes sont à cet endroit horizontaux, tandis que vers Rochette et Villesbasses ils plongent à l'ouest ; vers Combret et le viaduc de Bayard, ils plongent à l'est ; leur direction générale est toujours N. N.-O. (160 à 170°). Par suite de cette disposition en bombement anticlinal, on voit apparaître au centre du pli entre Rochette et Combret la partie inférieure de la série sous forme de schiste rempli d'amandes et de veinules de quartz blanc avec grosses boules de feldspath orthose ; cette roche se désagrège en fragments parallélipipédiques et constitue près d'Altier des rochers pittoresques.

Au contraire, la série supérieure, plus tendre et moins quartzeuse, ne donne pas lieu à des entassements rocheux, mais à des pentes montagneuses assez douces que couvrent d'innombrables

dalles ou *lauzes* reluisant au soleil. C'est un type tout différent qui a pu être justement appelé *schistes luisants* des Cévennes.

Dans la vallée du Lot, la seule roche intrusive est une granulite qui forme un filon couché dont les affleurements sont fort irréguliers. Mais, entre le Bleymard et Villefort, les schistes sont recoupés par une série de filons minces de roches sombres, généralement très dures, qui sont activement recherchées et employées comme matériaux d'empierrement pour la route; ces filons ont une direction moyenne N.-S.; la Société a pu voir en passant les principaux d'entre eux :

Point 33ᵏ 2 au-dessus de la Volte, c. de Cubières; filon de 4ᵐ de puissance, dirigé 120°; il recoupe nettement les schistes horizontaux, par des salbandes verticales. Orthophyre micacé.

Point 28ᵏ 8, filon épais de 8ᵐ, dirigé 55°. Orthophyre micacé.

Point 28ᵏ 7, entre Coursoules et Villesbasses. Orthophyre passant à la porphyrite micacée et amphibolique.

Point 27ᵏ 8. Kersantite quartzifère à amphibole; filon de 5ᵐ d'épaisseur, presque vertical, ayant l'aspect de certaines diorites. Il paraît dirigé 50°, mais, vu de la côte sur la rive droite de la rivière, il montre ses affleurements dans une direction N.-S. qui se poursuit jusque sur la côte de la montagne (1).

Point 27ᵏ. Porphyrite micacée et amphibolique très activement exploitée.

Point 26ᵏ 4. Porphyrite micacée avec petits cubes de pyrite de fer formant deux filons couchés irréguliers de 1ᵐ de puissance visible sur 30ᵐ de long environ.

Point 25ᵏ 4. Porphyrite micacée et amphibolique en filon vertical large de 1ᵐ. La roche devient verte et rose par altération superfi-

de la France. On voit, soit dans les coupures au bord de la route, soit mieux encore sur les flancs nus du coteau que l'Infralias calcaire repose sur la tranche des schistes rubéfiés, sans interposition des grès arkoses du Rhétien.

Au sommet de la côte, la Société a quitté les voitures, et mettant à profit une brève éclaircie, elle a pu, sinon jouir du vaste panorama de la chaîne du Mont Lozère, du moins constater par l'abondance extraordinaire des fossiles que le sommet du col de Tribes (1136 m.), où elle se trouvait, est en plein dans les couches calcaires marneuses du Lias moyen.

M. Fabre a rappelé que ce gisement fut exploré pour la première fois en 1867 par Jaubert, qui en a publié une coupe assez fautive dans le Bulletin. Le Lias moyen prend ici un faciès sub-littoral et est tout particulièrement riche en Brachiopodes :

Rhync. acuta,
Tereb. subnumismalis,
— *cornuta*,
— *Mariæ*,
Spiriferina rostrata,
— *pinguis*,
— *Hartmanni*.

Les fossiles sont particulièrement abondants au tournant de la route, à la borne 34k9. En descendant la côte, on a une très belle coupe (voy. fig. 4) d'une netteté parfaite, qui fait apparaître successivement les assises inférieures caractéristiques du Lias, puis l'Hettangien supérieur avec le faciès de dépôt lagunaire que la Société avait déjà pu voir près d'Allenc ou de Lanuéjols; au-dessous se développe un puissant ensemble de calcaires gréseux couleur *capucin*, tout criblé de grottes qui sont les restes d'anciennes exploitations de galène, antérieures à l'emploi de la poudre. La Société a pu ensuite, malgré la pluie, consacrer quelques instants à examiner les calcaires gris de fumée qui sont ici très développés sous le calcaire capucin, et qui renferment une faune très variée de l'horizon de l'*Am. planorbis;* on trouve généralement une abondance de fossiles chez le chaufournier qui exploite ces calcaires au bord de la route, mais le mauvais temps avait éloigné cet homme de son chantier, et on n'a pu recueillir que :

Ostrea sublamellosa Dunker.,
Mytilus scalprum Gold.,
— *Stoppanii* Dum.,
Lima valoniensis Defr.,
Pecten Euthymei Dum.,
Pholadomya prima Quenst.

La pluie continuant, il faut vite se remettre en voiture et c'est avec rapidité que nous descendons le versant méditerranéen par la

côte de la Vialle qui développe les lacets de la route dans les schistes, sur la rive gauche de la rivière torrentielle de l'Altier, affluent du Chassezac ; le lit de la rivière est jonché d'énormes blocs arrondis de granit blanc entraînés par les mille ravins du Mont Lozère.

A divers tournants de la route, on peut apercevoir les montagnes de la rive droite de l'Altier couronnées par les couches faiblement inclinées du Jurassique qui forment les petits causses de Bourbon, de Pomaret et de Bergognon. Après avoir passé ce dernier causse et peu après les ruines du château de Castanet, la Société quitte un instant la voiture pour examiner au point kilométrique 13,2 une masse intrusive de granulite rose qui perce les schistes et qui s'épanouit en forme de champignon dans sa portion supérieure.

A 1 kilomètre plus loin, la gorge de l'Altier devient de plus en plus étroite, et elle est franchie par un hardi viaduc courbe de 11 arches à une hauteur de 72^{m} au-dessus de la rivière ; la construction est tout entière en moellons de grès triasique provenant des environs. Les schistes micacés qui encaissent la gorge plongent au N.-E. jusqu'au voisinage de Villefort où la Société arrive après avoir jeté un coup d'œil sur la crête quartzeuse pittoresque du grand filon cuivreux de Masimbert.

Après le déjeuner, la Société reprend les voitures pour gravir la côte rapide qui mène au col ou *collet* de Villefort, point de partage des eaux entre le bassin de l'Ardèche et celui de la Cèze, véritable porte étroite par où l'ancienne voie romaine dite Regordane passait de Languedoc en Auvergne (1). Malheureusement, les nuages, la pluie et le vent n'ont pas permis de se rendre bien compte du saisissant spectacle qui se découvre brusquement au *collet* quand on

Pendant 9 kilomètres, la route continue à s'élever lentement à travers les micaschistes, sur les contreforts méridionaux du Serre de Malons, et elle nous fait enfin parvenir à l'altitude de 879 m., au col du Mas de l'Air, localité signalée par Hébert, puis étudiée successivement par Jaubert, Dieulafait et Ebray.

M. Fabre rappelle en quelques mots que depuis Bagnols-les-Bains, la Société a longé constamment la faille du Mont Lozère, d'abord sur son côté nord pendant 40 kilomètres jusqu'au collet de Villefort, puis qu'elle a traversé ce grand accident au *collet* de Villefort, qu'elle a longé ensuite son côté sud, et qu'elle se trouve maintenant en un point où la route recoupe de nouveau la faille. Celle-ci est jalonnée sur tout son parcours par cette série de petits *causses* de calcaire jurassique qui sont comme adossés au massif cristallin et qui ont été vus par la Société, couronnant les hauteurs dans la vallée du Lot et de l'Allier. Ici, nous retrouvons un de ces petits causses qui offre un intérêt plus grand que les autres, parce qu'il montre la disparition complète du Lias et l'apparition du Bathonien.

Malgré des rafales de pluie, la Société a pu cependant donner un coup d'œil au vaste panorama qui s'étend dans la direction du nord sur les plateaux triasiques de la Borne, et qui montre un classique exemple de *cagnons* ou gorges creusées dans le granit par l'*érosion régressive* de la rivière du Chassezac et de ses affluents. On a pu également parcourir les diverses carrières et contrôler les principaux faits de la coupe du Jurassique telle qu'elle a été publiée par M. Fabre (voir fig. 5, page 663).

A 4800^{m} plus loin, et un peu après le hameau de la Rousse, un nouveau petit causse, dit de la Baraque du Chausse, a attiré l'attention de la Société. Un léger moment de répit dans la pluie a permis d'examiner la surface supérieure du Bathonien, durcie, ravinée, corrodée, rouillée et surmontée par les marnes grises callovienne; on a pu vérifier la coupe décrite par M. Fabre, page 665. La base gréseuse du Bajocien avait paru jadis pouvoir être rapportée au Lias par suite de la présence de Bélemnites sans sillons; mais, un examen plus attentif a fait trouver jusque dans cette extrême base, par M. Kilian, les gros radioles caractéristiques du *Cidaris Courtaudina* et du *Cid. cucumifera* qui ne permettent pas de mettre en doute son attribution au Bajocien.

La pluie, continuant toujours, n'a pas permis d'accorder une grande attention à la coupe du causse du Moignard ou d'Albaret, qui, situé à une altitude bien moindre que la précédente, montre

déjà, au-dessus des marnes calloviennes, les calcaires noduleux oxfordiens typiques de l'Ardèche (Voy. la coupe et la fig. 6, page 666).

Enfin, malgré l'arrivée un peu tardive aux Vans, on a pu admirer à la hâte la netteté extraordinaire des coupes géologiques sur les versants absolument nus des coteaux qui dominent la route. Toutes les strates des calcaires oxfordiens et rauraciens y font saillie sur les pentes comme les gradins de quelque escalier gigantesque (Voy. la note page 666) et y deviennent des sortes de courbes de niveau géologique du plus singulier effet.

Résumant au point de vue tectonique la trop rapide course d'aujourd'hui, M. Fabre montre les assises rhétiennes à la côte 500 sous le causse de Mende, puis s'élevant à 1100 mètres au causse d'Houltet, près de Bagnols les-Bains, se maintenant vers 1000 mèt. jusqu'après le Bleymard, puis descendant à 800 mètres au Mas de l'Air, à 420 mètres au causse de Moignard, et à 170 mètres sous les Vans. Ces côtes d'altitude dessinent un vaste anticlinal à grande courbure qui a son axe vers Bagnols, dont le flanc occidental plonge rapidement au fond du synclinal des Causses, et dont le flanc oriental plonge doucement sous la plaine crétacée de Beaulieu-Berrias. M. Fabre rappelle les mouvements du sol qui, à l'époque jurassique, ont provoqué dans le voisinage de cet axe anticlinal des Cévennes diverses transgressions ou régressions marines, et il indique en quelques mots l'importance industrielle considérable que présente l'étude détaillée de la tectonique des terrains jurassiques dans les environs des Vans. La connaissance précise de l'allure des couches permettrait seule de préjuger le prolongement très probable du bassin houiller du Gard, vers le N.-E., sous les terrains de recouvrement; le sondage de Chibasse, exécuté en 1874-76 en plein terrain oxfordien, à 3 kilom. S.-E. des Vans, est

M. **Gosselet** s'exprime en ces termes :

Nous ne pouvons pas nous séparer sans remercier ceux qui ont si savamment dirigé nos courses pendant ces dix jours. C'est d'abord notre président, M. Boule, que nous regrettons de ne pas voir à cette séance. C'est lui le principal organisateur de l'excursion. Pendant sept jours, il nous a guidés dans les formations volcaniques du Velay. Nous avons admiré comment il a pu fixer l'âge de ces éruptions si complexes et si enchevêtrées, en alliant, à une observation stratigraphique persévérante, une parfaite connaissance des Mammifères fossiles et une science profonde de la lithologie microscopique. M. Termier a été un guide précieux dans les régions du Mégal et du Mézenc.

Enfin, M. Fabre vient de nous faire parcourir les Cévennes. Malgré le charme qu'il a su donner à ses aperçus géographiques et géologiques, nous avons pu apprécier quelles difficultés il avait eu à vaincre dans cette région brisée de failles.

C'est un grand honneur que la Société géologique de France fait à l'un de ses membres en se mettant sous sa direction, mais c'est un honneur périlleux, car nous venons avec l'intention de contrôler et de discuter tous les faits qu'on nous montre. Cette fois, nous n'avons eu qu'à admirer la sagacité de nos collègues et leur adresser toutes nos félicitations. Nous y joignons nos remerciements. Grâce à eux, la session du Puy a été, pour nous, aussi instructive qu'agréable.

M. **Fabre** exprime, en son nom et au nom de M. le Président, absent, les sentiments de vive reconnaissance que lui inspirent les paroles aimables de M. Gosselet ; il remercie la municipalité des Vans d'avoir bien voulu mettre la salle de la mairie à la disposition de la Société, et il est heureux de constater que la présence d'un nombreux auditoire indique combien la science géologique est appréciée par la population industrielle du Vivarais. — Sur ses propositions, des remerciements bien mérités sont votés par acclamation à nos dévoués trésoriers MM. Bourgery et Thiéry.

M. Fabre déclare close la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1893.

Quelques personnes ont fait, le lendemain 25 Septembre, une excursion à Berrias.

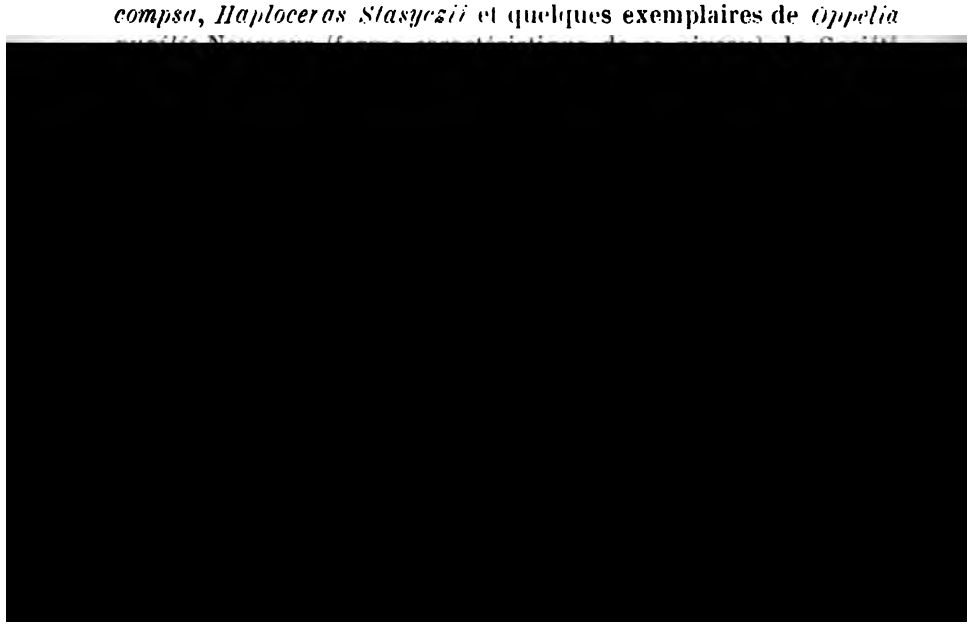
Au départ des Vans, et sous la conduite de notre aimable confrère

M. Carrière, qui nous a fait les honneurs de son pays natal, on a gravi les longs détours de la côte qui se développe sur les pentes du plateau du *Gras* à travers toute la série jurassique.

Au calcaire gris du Bathonien sur lequel sont assises les dernières maisons des Vans et le Temple, succèdent de puissantes couches de marne callovienne, puis des calcaires très marneux, noduleux, remplis d'Ammonites de la zone à *A. cordatus;* plus haut les calcaires deviennent plus compacts et les fossiles très rares, c'est la zone à *A. bimammatus*. La roche passe enfin à un calcaire gris dur bien lité avec *A. polyplocus;* c'est le sommet de la côte. On découvre de ce point la verdoyante vallée du Chassezac, l'entrée de sa gorge ou *cagnon*, et le commencement des curieux rochers du bois de Païolive.

Au sortir des Vans, M. **Kilian** fait remarquer la nature grumeleuse des couches à *Pect. transversarium*. Ce faciès est très répandu dans le bassin du Rhône : Trept (Isère), Rians (Var), Chabrières (Basses-Alpes), etc., il ne paraît pas pouvoir être considéré comme particulièrement *côtier*. Les traces incontestables d'un rivage voisin qui s'observe aux environs des Vans pour le Lias et le Dogger, n'existent pas pour le Jurassique supérieur. On peut en conclure à une transgression de ce dernier, dont les dépôts côtiers, aujourd'hui enlevés par l'érosion, auraient dépassé vers l'ouest la limite des sédiments précédents.

Au sommet de la côte, M. Kilian prend la direction de l'excursion. Après avoir traversé les couches à *Am. polyplocus* et les calcaires massifs (Kimmeridien) du bois de Païolive, dans lesquels on recueille en assez grande abondance *Phylloceras Loryi*, *Oppelia compsa*, *Haploceras Staszycii* et quelques exemplaires de *Oppelia*



mémoire de M. Toucas. Il rappelle que les assises exploitées dans les carrières de Berrias renferment un mélange d'espèces du Tithonique supérieur et de la zone à *Hoplites Boissieri et Holcostephanus Negreli*. Cette dernière est représentée, à Berrias, par les calcaires marneux qui forment le flanc de la colline sur laquelle s'étend une partie du parc de M. de Malbos. M. Kilian insiste sur le caractère crétacé de cette faune; il signale également, ainsi que l'a déjà fait M. Toucas, les confusions qui peuvent résulter de l'emploi du terme Berriasien, qui doit disparaître de la nomenclature.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS LES COMPTES-RENDUS SOMMAIRES

	PAGES
Élections	III
MICHEL LÉVY. — Remercîments à la Société	IV
ZEILLER. — Allocution présidentielle	IV
DE LAPPARENT. — Présentation d'ouvrage	V
L. CAREZ. — Id.	V
M. BOULE. — Id.	V
PRIEM. — Id.	VI
M. BERTRAND. — Id.	VI
M. HOVELACQUE. — Id.	VI
L. CAREZ. — Réponse à M. Toucas	VII
J. BERGERON. — Sur une nouvelle forme de Trilobite	VIII
LE MESLE. — Réponse à M. Pomel	IX
DE GROSSOUVRE. — Réponse à M. Toucas	IX
L. BERTRAND. — Sur la constitution géologique de la partie septentrionale des Alpes-Maritimes	XV
L. BERTRAND. — Sur des roches à hypersthène de Villeneuve-Loubet	XVIII
M. BOULE — Observations sur la précédente communication	XVIII
SAYN. — Sur le Néogène des environs d'Agram	XVIII
M. BERTRAND. — Sur la structure du Môle	XX
Id. — Présentation d'ouvrage	XXV
DOUVILLÉ. — Id.	XXV
LABAT. — Sur les efflorescences du gypse	XXVII
M. BOULE. — Présentation d'ouvrage	XXIX
A. GAUDRY. — Observations sur le mémoire de M. Boule	XXIX
Id. — Présentation de note	XXIX
ZEILLER. — Présentation d'un ouvrage de M. Squinabol	XXX
BARON. — Notice géologique sur les environs de Menton	XXX
A. GAUDRY. — Sur une lettre de M. Tardy	XXXIII
FROSSARD. — Présentation de notes	XXXIII
CHAPER. — Sur l'exposition des objets rapportés de ses missions	XXXIII
CARALP. — Sur l'existence du Permien dans les Pyrénées	XXXIII
HAUG. — Observations sur la précédente communication	XXXV
MICHEL LÉVY. — Allocution présidentielle et rapport de la Commission du Prix Viquesnel	XXXVII
M. BERTRAND. — Rapport de la Commission du prix Fontannes	XXXVII
A. GAUDRY. — Présentation d'un ouvrage de M. Lebesconte	XXXVII
DE LACVIVIER. — Présentation d'ouvrage	XXXVIII
W. KILIAN et ZÜRCHER. — Sur la structure géologique des environs d'Escragnolles (Alpes-Maritimes)	XXXVIII

ROUSSEL. — Observations sur une note de M. Douvillé. XXXIX
DE LAPPARENT. — Présentation d'ouvrage XL
L. CAREZ. — Id. XL
CHAPER. — Sur un gite cuivreux d'origine volcanique du Caucase méridional. XL
G. DOLLFUS et P. GAUCHERY — Présentation d'ouvrage. XLI
SCHLUMBERGER. — Note sur les genres *Trillina* et *Linderina* XLII
TERMIER. — Sur le Permien du massif de la Vanoise. XLII
M. BOULE. — Présentation de note XLIII
G. DOLLFUS. — Sur les sables de Fontainebleau. XLIII
LABAT. — Observations sur la note précédente XLV
L. CAREZ. — Id. XLV
COTTEAU. — Présentation d'ouvrages XLIX
HAUG. — Id. L
MUNIER-CHALMAS. — Observations sur la présentation de M. Haug . . . LI
L. CAREZ. — Présentation d'ouvrage LII
M. BERTRAND. — Sur les bandes triasiques de la Provence. LII
CHOFFAT. — Observations sur les vallées tiphoniques du Portugal. . . . LIII
HAUG. — Observations sur la note de M. M. Bertrand LIII
M. BERTRAND. — Réplique à M. Haug. LIII
MUNIER-CHALMAS. — Présentation d'une note de M. Sarasin LIV
DE LAUNAY. — Présentation d'ouvrage LVII
MUNIER-CHALMAS. — Sur le Stampien supérieur et sur les grès de Fontainebleau. LVIII
DOLLFUS. — Observations sur la communication de M. Munier-Chalmas. LX
DOUVILLÉ. — Id. . LXII
DEPÉRET. — Sur le Miocène de l'Italie du Nord LXII
DOUVILLÉ. — Sur divers Hippurites. LXIII
M. BERTRAND. — Présentation d'une note de M. de Grossouvre. . . . LXIV
G. RAMOND. — Sur une exposition temporaire d'actualités géologiques, au Muséum LXV
A. GAUDRY. — Présentation d'un ouvrage de M. Falsan. LXVII
Id. — Communication d'une lettre de M Ameghino LXVIII
STUART-MENTEATH. — Sur le gisement et la signification des fossiles

TARDY. — Age du manganèse dans le Jura LXXXVIII
M. BOULE. — Réunion extraordinaire. Allocution présidentielle XCIII
Id. — Présentation d'une note de M. de Rouville XCIII
HAUG — Observations sur la précédente note. XCIII
DEPÉRET. — Sur l'âge absolu des faunes de Mammifères pliocènes du Plateau Central et éruptions volcaniques contemporaines. . XCIV
M. BOULE. — Observations sur la note précédente. XCVI
DEPÉRET. — Réplique aux observations de M. Boule. XCVII
Id. — Observations au procès-verbal XCVII
M. BOULE. — Sur la succession des éruptions dans le Velay XCVII
FABRE. — Grands traits orographiques de la région visitée par la Société dans la Lozère et l'Ardèche. XCVIII
M. BERTRAND. — Opinion de M. Termier sur l'Oligocène de St-Pierre-Eynac. CXVIII
FABRE. — Compte-rendu des courses des 21, 22 et 23 septembre effectuées par la Société XCIX
DEPÉRET. — Observations. C
KILIAN. — Id. C
M. BERTRAND. — Id. C
KILIAN. — Id. CI
FABRE. — Compte-rendu de la course du 24 septembre de Bagnols aux Vans. CI
KILIAN. — Observations sur le compte-rendu de M. Fabre CII
Id. — Observations CII
CARRIÈRE — Coupe des terrains jurassiques des environs des Vans . . . CII
GOSSELET. — Remerciements aux organisateurs de la Réunion extraordinaire CII
FABRE. — Discours de clôture de la Réunion extraordinaire CIII
KILIAN. — Sur la nature grumeleuse des couches à *Peltoceras transversarium* des environs des Vans. CIII
Id. — Résumé de la succession des diverses assises entre les Vans et Berrias CIV
SCHLUMBERGER. — Présentation du rapport de la Commission de comptabilité CV
Id. — Présentation d'ouvrage CV
DE LAPPARENT. — Id. CV
M. BOULE. — Id. CV
GOSSELET. — Présentation d'une note de M. Seunes. CV
PERON. — Présentation d'ouvrage. CVI
J. MIQUEL. — Id. CVI
I. DE LLORENS. — Id. CVI
DOUVILLÉ. — Sur les Hippurites de la Catalogne. CVI
J. BERGERON. — Observations sur une note de M. Miquel CVI
G. DE ROUVILLE et A. DELAGE. — Note sur le Dévonien inférieur de l'Hérault et sur ses relations avec le Cambrien. . CXI
STUART-MENTEATH. — Sur le prétendu Trias de Biarritz et Bidart . . CXII
CH. GORCEIX. — Note sur le terrain salifère de Bayonne et de Briscous . CXIV
FALLOT. — Réponse à une note de M. Depéret. CXVI
A. GUÉBHARD. — Présentation de note. CXVIII
ST. MEUNIER. — Présentation d'une note de M. Sidorenko CXVIII
DEPÉRET. — Sur la recherche d'ossements de *Dinotherium*. CXIX
Id. — Sur les terrains miocènes de l'Armagnac et sur le niveau des faunes de Sansan et de Simorre CXIX

M. Boule. — Observation sur la note M. Depéret CXXI
de Lapparent. — Sur un gisement de phosphate de chaux à Brévands. CXXII
Stuart-Menteath. — Sur la structure essentielle des Pyrénées Occidentales. CXXII
J. Bergeron. — Présentation d'un ouvrage de MM. Almera et Bofill. . . CXXVII
M. Boule. — Présentation d'ouvrage CXXVII
Skrodzki. — Sur l'existence d'un gisement phosphaté à Saint-Clément . CXXVIII
de Lapparent. — Présentation d'ouvrage CXXVIII
Tardy. — Id. CXXVIII
Id. — Id. CXXVIII
Michel Lévy. — Sur une série de roches du tunnel des Echarmeaux. . CXXIX
Michel Lévy. — Observations sur une note de M. Gorceix CXXIX
M. Bertrand. — Id. CXXIX
J. Seunes. — Sur le Crétacé supérieur des massifs montagneux situés entre les hautes vallées d'Aspe et d'Ossau. CXXX
Jousseaume. — Etude des fossiles recueillis dans les travaux de l'isthme de Corinthe. CXXXIV
M. Bertrand. — Observations. CXXXV
Douvillé. — Id. CXXXV
Zeiller. — Sur des empreintes végétales du bassin de Yen-Baï, au Tonkin. CXXXV
M. Bertrand. — Observations. CXXXVI
Schlumberger. — Présentation de notes de M. Belloc. CXXXVI
de Lapparent. — Sur un sondage au Hâvre CXXXVI
Gosselet. — Sur des dépôts marins récents dans le Nord de la France. CXXXVI
Zeiller. — Félicitations à MM. Boule, Fayol et M. Bertrand CXXXVII
M. Bertrand. — Félicitations à M. Zeiller CXXXVII
A. Gaudry. — Présentation d'ouvrage CXXXVII
Id. — Présentation d'un ouvrage de M. Ph. Thomas CXXXVII
Cotteau — Présentation d'ouvrage CXXXVIII
Priem. — Id. CXXXVIII
Stefanescu. — Sur un nouveau gisement du *Dinotherium* CXXXIX
G. Ramond. — Profil géologique de l'aqueduc d'Achères CXL
Tardy. — Sur les blocs erratiques de la Bretagne CXLI
M. Boule — Observations à M. Tardy CXLII
de Lapparent. — Découverte de restes d'un Vertébré gigantesque dans

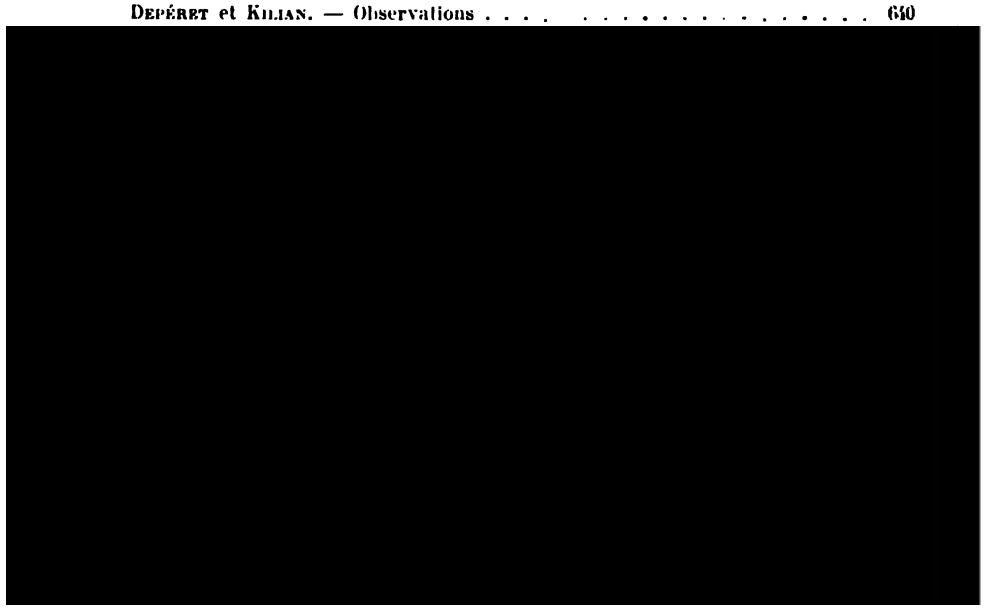
TABLE GÉNÉRALE DES NOTES ET MÉMOIRES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

PAGES

MEYER-EYMARD. — Le Ligurien et le Tongrien en Égypte 7
P. CHOFFAT. — Coup-d'œil sur les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal 44
PH. ZÜRCHER. — Note sur les phénomènes de recouvrement des environs de Toulon (Pl. I-II) 65
M. HOVELACQUE. — Recherches sur le *Lepidodendron Selaginoides* Sternb. 78
DE ROUVILLE. — Lettre à M. Bergeron. 83
PERON. — Sur le Tertiaire supérieur de l'Algérie (Réponse à la note de M. Pomel). 84
MICHEL LÉVY. — Allocution présidentielle 93
M. BERTRAND. — Rapport sur le prix Fontannes 97
M. CHAPER. — Note sur un gîte cuivreux d'origine volcanique du Caucase méridional. 101
G. BARON. — Notice géologique sur les environs de Menton. 110
SCHLUMBERGER. — Note sur les genres *Trillina* et *Linderina* (Pl. III). . . . 118
TERMIER. — Sur le Permien du massif de la Vanoise. 124
TARDY. — Sur le Quaternaire du Mas d'Azil 134
CH. SARASIN — Étude sur les *Oppelia* du groupe du Nisus et les *Sonneratia* du groupe du bicurvatus et du raresulcatus (Pl. IV-VI). 149
F. SACCO. — Le genre *Bathysiphon* à l'état fossile. 165
CH. DEPRET. — Sur la classification et le parallélisme du système miocène . . . 170
ABBÉ BOURGEAT. — Quelques mots sur l'Oxfordien et le Corallien des bords de la Serre 267
P. TERMIER et W. KILIAN. — Sur un gisement d'Ammonites dans le Lias calcaire de l'Oisans. 273
DE GROSSOUVRE. — Sur la géologie des environs de Bugarach et la Craie des Corbières 278
BOISTEL. — La faune de Pikermi à Ambérieu (Ain) 296
W. STUART-MENTEATH. — Sur le gisement et la signification des fossiles albiens des Pyrénées occidentales. 305
P. G. DE ROUVILLE. — Note sur le Cambrien de l'Hérault (Cambrien anglais). 325
J. BERGERON. — Notes paléontologiques. — Crustacés (Pl. VII-VIII) 333
PARRAN. — Rapport de la Commission de Comptabilité 347
LEMOINE. — Étude sur les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne et sur quelques pièces osseuses nouvelles de cet horizon paléontologique (Pl. IX-XI) 353
D. SIDORENKO. — Les formations mio-pliocéniques en Russie 369
CH. GORCEIX. — Note sur le bassin salifère de Bayonne et de Briscous (Pl. XII). 375
Dr JOUSSEAUME. — Examen d'une série de fossiles provenant de l'isthme de Corinthe. 394

S. Bertolio. — Note sur quelques roches des collines euganéennes (Pl XIII). 406
Munier-Chalmas et de Lapparent. — Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. 438
M. Boule et Fabre. — Programme des excursions de la Réunion extraordinaire. 496
M. Boule. — Aperçu général sur la géographie physique et la géologie du Velay 499
Id. — Compte-rendu de l'excursion à Ronzon, Espaly, Ceyssac et Vals (Pl. XIV et XV) 504
Id. — Compte-rendu de l'excursion à Denise, Polignac, Vialette, etc. (Pl. XVI et XVII). 515
M. Depéret. — Note sur la succession stratigraphique des faunes de Mammifères pliocènes d'Europe et du Plateau Central en particulier. 524
M. Boule. — Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes de Mammifères pliocènes et sur l'âge des éruptions volcaniques du Velay 540
Id. — Compte-rendu de la course à Brives, Blavozy, Le Pertuis . . . 550
M. Termier. — Compte-rendu de la course du Pertuis à Saint-Julien-Chapteuil. 554
Id. — Compte-rendu de la course de Saint-Julien-Chapteuil à Boussoulet, par Queyrière et le Mégal 565
M. Boule. — Compte-rendu de la course de Boussoulet à Fay-le-Froid . . . 576
M. Termier. — Compte-rendu de la course de Fay-le-Froid au Mézenc . . . 578
Id. — Compte-rendu de la course du Mézenc aux Estables. 588
M. Boule. — Compte-rendu de la course au Mézenc et au cirque des Boutières (Pl. XVIII et XIX). 595
Id. — Compte-rendu de la course du Monastier au Puy. 602
Id. — Succession des éruptions volcaniques du Velay (Pl. XX). . . . 606
Id. — Compte-rendu de l'excursion du Puy à Langogne 615
G. Fabre. — Compte-rendu de l'excursion à Langogne 620
Id. — Compte-rendu de l'excursion au Causse de Mirandol et à la plaine de Montbel. 626
Id. — Compte-rendu de l'excursion à Lanuéjols 631
Kilian. — Observation 639
Depéret et Kilian. — Observations 640



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-ET-UNIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1893

Les numéros des pages en chiffres romains se rapportent aux comptes rendus sommaires, ceux en chiffres arabes aux Notes et Mémoires.

A

Agram. Sur le Néogène des environs d'—, par M. Sayn, XVIII.

Algérie. Sur les calcaires de l'Oued Rion (Inkermann —), par M. J. Welsch, CXLII. Sur le tertiaire supérieur de l'—, par M. Peron, XXVII et 84.

J. Almera et Bofill. Présentation d'ouvrage, CXXVII.

Alpes Maritimes. Sur la constitution géologique de la partie septentrionale des —, par M. L. Bertrand, XV.

Ambérieu. La faune de Pikermi à — (Ain), par M. Boistel, 206.

Armagnac. Sur les terrains miocènes de l'— et sur le niveau des faunes de Sansan et de Simorre, par M. Depéret, CXIX.

Ardennes. Sur la découverte des restes d'un Vertébré gigantesque dans les —, par M. A. de Lapparent, CXLII.

B

G. Baron. Notice géologique sur les environs de Menton, XXX et 110.

Bagnols Compte-rendu de l'excursion du 24 septembre de — aux Vans, par M. G. Fabre, 674.

Basalte, Sur un — à leucite de la grande Ouaria (Oran), par M. Parran, LXXIV.

Bayonne. Note sur le bassin salifère de — et de Briscous, par M. Ch. Gorceix, 375.

Bellot. Présentation de notes, CXXXVI.

Bergeron Observations sur une note de M Muquel, CVI.— Présentation d'une note de MM Almera et Botill, CXXVII. Notes paléontologiques, 333

Berthelin. Sur l'*Orbicula elliptica*, LXXIII.

Berrias. Résumé de la succession des assises entre les Vans et — par M. Kilian, CIV et 682.

Bertolio. Note sur quelques roches des Collines euganéennes, CXLVIII et 406.

L. Bertrand. Sur la constitution géologique de la partie septentrionale des Alpes Maritimes, XV. — Présence de l'hypersthène dans certains échantillons de labradorite du conglomérat de Villeneuve-Loubet (Alpes Maritimes), XVIII.

M. Bertrand. Présentation de brochure, VI. — Les Montagnes de l'Écosse, VI. — Sur la struture du Môle, XX. — Sur le raccordement des bassins houillers du Nord de la France et du Sud de l'Angleterre, XXIII. — Rapport sur le prix Fontannes, XXXVII et 97. — Sur les Bandes triasiques de la Provence, LII. — Présentation d'une note de M. de Grossouvre, LXIV. — Observation sur la note de M. Stuart-Menteath, LXXIII. — Présentation d'une note de M. de Grossouvre, LXXXIV. — Opinion de M. Termier sur l'Oligocène de St-Pierre-Eynac, XCVIII. — Observation, CI. — Observations sur une note de M. Ch. Gorceix, CXXIX. — Observation, CXXXV. — Observation, CXXXVI. — Félicitations à MM. Boule, Fayol et —, par M. Zeiller, CXXXVII. — Félicitations à M. Zeiller, CXXXVII.

Biarritz. Sur le prétendu Trias de — et Bidart, par M. Stuart-Menteath, CXIII.

Bidart. Sur le prétendu Trias de Biarritz et —, par M. Stuart-Menteath, CXIII.

Blavozy. Compte-rendu de la course du 17 septembre à Brives —, Le Pertuis, par M. Boule, 530.

Bofill et J. Almera. Présentation d'ouvrage, CXXVII.

CV. — Observations sur une note de M. Depéret, CXXI. — Présentation d'ouvrage, CXXVII. — Félicitations à MM. — Fayol et M. Bertrand par M. Zeiller, CXXXVII. — Observation sur une communication de M. Tardy, CXLII. — Programme des excursions de la Réunion extraordinaire par MM. — et Fabre, 496. — Aperçu général sur la Géographie physique et la Géologie du Velay, 499. — Compte-rendu de l'excursion à Ronzon, Espaly, Ceyssac et Vals, 504. — Compte-rendu de l'excursion à Denise, Polignac, Vialette, etc., 515. — Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes de Mammifères pliocènes et sur l'âge des éruptions volcaniques du Velay, 540. — Compte-rendu de la course du 17 septembre à Brives, Blavozy, le Pertuis, 550. — Compte rendu de la course du 18 septembre de Boussoulet à Fay-le-Froid, 576. — Compte-rendu de la course du 18 septembre au Mézenc et au cirque des Boutières, 595. — Compte-rendu de la course du 20 septembre du Monastier au Puy, 602. — Succession des éruptions volcaniques du Velay, 606. — Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre du Puy à Langogne, 615.

Bourgeat (l'Abbé). Quelques mots sur l'Oxfordien et le Corallien des bords de la Serre, 267.

Boussoulet. Compte-rendu de la course de Saint-Julien-Chapteuil à —, par Queyrières et le Mégal, par M. P. Termier, 565. — Compte-rendu de la course du —, à Fay-le-Froid, par M. M. Boule, 576.

Boutières (cirque des). Compte-rendu

L Carez. Présentation d'ouvrage, v. — Réponse à M. Toucas, VII. — Présentation d'ouvrage, XL. — Observation sur une note de M. G. Dollfus, XLV. — Présentation d'ouvrage, LII.

Carrière. Coupe des terrains jurassiques des environs des Vans, CII.

Catalogne. Sur les Hippurites de la —, par M. Douvillé, CVI.

Caucase. Note sur un gite cuivreux volcanique du — méridional, par M. Chaper, XL et 101.

Causse. Compte-rendu de l'excursion au — de Mirandol et à la plaine de Monthel par M. G. Fabre, 626. — Stratigraphie des petits —s, entre Gévaudan et Vivarais, par M. G. Fabre, 640.

Cernay. Etude sur les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne et sur quelques pièces osseuses de cet horizon paléontologique, par le Dr Lemoine, 353.

Ceyssac. Compte-rendu de l'excursion à Ronzon, Espaly, — et Vals, par M. Boule, 504.

Chaper Sur l'exposition des objets rapportés de ses missions, XXXIII. — Note sur un gite cuivreux d'origine volcanique du Caucase méridional, XL et 101.

Chartreuse de Bonnefoy. Compte-rendu de la course de Mézenc aux Estables, par la —, par M. P. Termier, 588.

L. Choffat Coup d'œil sur les eaux minérales et les eaux thermales mésozoïques du Portugal, 44.

Classification. Sur la — et le parallélisme du système miocène par M. Depéret, 170.

Corallien. Quelques mots sur l'Oxfordien et le — des bords de la Serre par M. l'abbé Bourgeat, 267.

Corbières. Observations sur une communication de M. Toucas à propos du Sénonien des —, par M. Carez, VII. — Sur la géologie des environs de Bugarach et la craie des —, par M. de Grossouvre, LXXXIV et 278.

Corinthe. Examen d'une série de fossiles provenant de l'isthme de —, par M. Jousseaume, 394.

Cotteau. Présentation d'ouvrage XLIX. — Présentation d'ouvrage, CXXXIII.

Craie. Sur la géologie des environs de Bugarach et la — des Corbières, par M. A. de Grossouvre, 278.

Crétacé. Sur le — supérieur des massifs montagneux situés entre les hautes vallées d'Aspe et d'Ossau, par M. Seunes, CXXX.

Crustacés. Notes paléontologiques ; —, par M. J. Bergeron, 333.

Cuivreux (gîte). Note sur un gite — d'origine volcanique du Caucase méridional, par M. Chaper, XL et 101.

D

A. Delage et de Rouville. Note sur le Dévonien inférieur de l'Hérault et sur ses relations avec le Cambrien, CXI.

Denise. Compte-rendu de l'excursion à —, Polignac, Vialette, etc., par M. Boule, 515.

Depéret. Sur le Miocène de l'Italie du Nord, LXII. — Réponse à une note critique de M. Fallot, LXXXIII. — Sur l'âge absolu des faunes des Mammifères pliocènes du Plateau Central et des éruptions volcaniques contemporaines, XCIV. — Réplique à M. Boule, XCVII. — Observations, C. — Sur des fouilles pour la recherche d'ossements de *Dinotherium* à Montredon (Aude), CXIX. — Sur les terrains miocènes de l'Armagnac et sur le niveau des faunes de Sansan et Simorre, CXIX. — Sur la classification et le parallélisme du système miocène, 170 — Note sur la succession stratigraphique des faunes des Mammifères pliocènes d'Europe et du Plateau Central en particulier, 324.

Dévonien. Note sur le — inférieur et sur ses relations avec le Cambrien, par MM. de Rouville et Delage, CXI.

Dinotherium. Sur des fouilles pour la recherche d'ossements de — à Montredon (Aude), CXIX. — Sur un nouveau gisement de —, par M. G. Stefanescu, CXXXIX.

G. Dollfus. Sur les sables de Fontainebleau XLIV. — Observations sur une note de M. Munier-Chalmas, LX.

G. Dollfus et P. Gauchery Présentation d'ouvrage, XLI.

Douvillé. Présentation de mémoire, XXIII. — Observation sur une note de M. Munier-Chalmas, LX. — Sur divers Hippurites, LXIII. — Sur les Hippurites de la Catalogne, CVI. — Observation, CXXXV.

E

Eaux. Coup d'œil sur les — minérales et les — thermales des régions mésozoïques du Portugal, par M. P. Choffat, 44.

Egypte. Le Ligurien et le Tongrien en —, par M. Meyer-Eymar, xx et 7.

Eruptions. Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes des Mammifères pliocènes et l'âge des — volcaniques du Velay, par M. Boule, 540. — Succession des — du Velay, par M. Boule, 606.

Escragnolles. Sur la structure des environs d'— (Alpes-Maritimes), par MM. Kilian et Zürcher, xxxviii.

Europe. Note sur la succession stratigraphique des faunes des Mammifères pliocènes d'— et du Plateau Central en particulier, par M. Depéret, 524.

Espaly. Compte-rendu de l'excursion à Ronzon, — Ceyssac et Vals, par M. Boule, 540.

Estables. Compte-rendu de la course du Mézenc aux —, par la Chartreuse de Bonnefoy, par M. P. Termier, 588.

Euganéennes. Note sur quelques roches des Collines —, par M. S. Bertolio, 406.

F

Fabre. Grands traits orographiques de la région visitée par la Société dans l'Ardèche et la Lozère pendant la Réu-

Fallot. Sur la classification du Néogène inférieur, lxxvii. — Réplique à M. Depéret à propos de la classification du Néogène inférieur, cxvi. — Sur les relations qui existent entre les assises tertiaires de la Gironde et celles de la Bohême et du bassin de Mayence, cxliv.

Falsan. Présentation d'ouvrage, lxvii.

Fay-le-Froid. Compte-rendu de la course du 18 septembre de Boussoulet à —, par M. M. Boule. 576. — Compte-rendu de la course de — au Mézenc, par M. Termier, 578.

Fayol. Félicitations à M. M. Boule, — et M. Bertrand, par M. Zeiller, cxxxvii.

Fer. Note sur les gisements de — oxydulé et oligiste des environs de Bône, par M. Parran, lxxiv.

Fontainebleau. Sur les sables de —, par M. G. Dollfus, xliii. — Sur le Stampien supérieur et sur les grès de —, par M. Munier-Chalmas, lviii.

Fontannes. Rapport sur le prix —, par M. M. Bertrand, xxxvii et 97.

Fraichenet (Ariège). Sur les environs de —, par M. de Grossouvre, lxvi.

Frossard. Présentation d'ouvrage, xxxiii

G

Gastornis. Note sur le métacarpe du —, par M. Lemoine, 363.

Gauchery et G. Dollfus. Présentation d'ouvrage, xli.

Gîte (cuivreux). Note sur un — volcanique du Caucase méridional, par M. Chaper, XL et 101.

CH. GORCEIX. Sur le bassin salifère de Bayonne et de Briscous, CXIV et 375.

GOSSELET. Remerciements aux organisateurs de la Réunion extraordinaire du Puy, CII et 681 — Présentation d'une note de M. Seunes, CV. — Communication sur des dépôts marins recents du Nord de la France, CXXXVI.

DE GROSSOUVRE Réponse à une note de M. Toucas, IX. — Sur les environs de Fraichenet (Ariège). LXIV. — Sur la géologie des environs de Bugarach et la craie des Corbières, LXXXIV et 278.

H

HAUG. Observation sur une note de M. Caralp, XXXV. — Présentation d'ouvrage, LI — Observation sur une communication de M. Bertrand, LIII. — Observation sur une note de M. Douvillé, XCIII.

Hérault. Note sur le Cambrien de l'—, (Cambrien anglais) par M. de Rouville, 325.

Hippurites. Présentation de la 3e partie de la révision des principales espèces d'— , par M. Douville, XXV. — Observations relatives au niveau de certains Rudistes déterminés par M. Douville, par M. Roussel, XXXIX. — Sur divers Hippurites, par M. Douvillé, LXIII.

Houiller. Sur le raccordement des bassins —s du Nord de la France et du Sud de l'Angleterre par M. M. Bertrand, XXIII.

M. HOVELAQUE. Présentation de mémoire, VI. — Recherches sur le *Lepidodendron Selaginoides* Sternb., VI et 78.

I

ITALIE. Sur le Miocène de l' - du Nord par M. Depéret, LXII.

J

JOURSEAUME. Examen d'une série de fossiles recueillis dans les travaux de l'isthme de Corinthe, 394.

K

KILIAN. Observations, C. — Observations, CI.— Observation sur le compte-rendu du 24 septembre de M. Fabre, CII. - Sur la nature grumeleuse des couches à *Pelloceras transversarium* des environs des Vans, CIII et 682. — Résumé de la succession des assises observées aux Vans et à Berrias, CIV et 682.

KILIAN et RÉVIL. Sur la bande synclinale nummulitique des Aiguilles d'Arves, LXXXVI.

KILIAN et TERMIER. Sur un gisement d'Ammonites dans le Lias calcaire de l'Oisans, 273.

KILIAN et ZÜRCHER. Sur la structure des environs d'Escragnolles (Alpes Maritimes) XXXVIII.

L

LABAT. Sur les efflorescences gypseuses de Canterels, XXXVIII.

DE LACVIVIER. Présentation de note, XXXVIII.

Langogne. Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre du Puy à —, par M. M. Boule, 615. — Compte-rendu de la course du 21 septembre à — , par M. G. Fabre, 620.

Lanuéjols. Compte-rendu de l'excursion du 23 septembre à —, par M. G. Fabre, 631.

DE LAPPARENT. Présentation d'ouvrage, V. - Présentation d'ouvrage, XL. — Présentation d'ouvrage, CV. - Sur un gisement de phosphates de Brevands, CXXII — Présentation d'ouvrage, CXXVIII. — Sur un sondage au Hâvre, CXXXVII. — Découverte des restes d'un Vertébré gigantesque dans les Ardennes, CXLII.

DE LAPPARENT et MUNIER CHALMAS. Note sur la nomenclature des terrains sedimentaires, 638.

LARRAZET. Résumé de ses observations geologiques sur la province de Burgos (Espagne) LXXIV.

DE LAUNAY. Présentation d'ouvrage, LXII.

LEBLSCONTI. Présentation d'ouvrage, XXXVII.

LEMOINE. Etude sur les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne et sur quelques pièces osseuses nouvelles de cet horizon paléontologique, 353.

LETELLIER. Sur la géologie de la partie méridionale de la feuille d'Alençon, XI.

Lias. Sur un gisement d'Ammonites dans le — calcaire de l'Oisans, par MM. Termier et Kilian, 273.

Ligurien. Le — et le Tongrien en Egypte, par M. Meyer-Eymar, XX et 7.

DE LLORENS. Présentation d'ouvrage, CVI.

M

Mammifères. Sur l'âge absolu des faunes de — pliocènes du Plateau Central et des éruptions volcaniques contemporaines, par M. Depéret, XCII. — Sur les os du pied des — de la faune cernaysienne et sur quelques pièces osseuses nouvelles de cet horizon paléontologique, par M. Lemoine, 353. — Note sur la succession stratigraphique des faunes de — pliocènes d'Europe et du Plateau Central en particulier par M. Depéret, 524. — Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes de — pliocènes et sur l'âge des éruptions volcaniques du Velay, par M. Boule, 540.

Mas d'Azil. Sur le quaternaire du —, par M. Tardy, 134.

Mayence. Sur les relations qui existent entre les assises tertiaires de la Gironde et celles de la Bohême et du bassin de —, par M. Fallot, CXLIV.

Mégal (le). Compte-rendu de la course [illegible]

MICHEL-LÉVY. Remercîments à la Société, IV. — Sur une série de roches du Culm du tunnel des Echarmeaux, CXXIX. — Observation sur une note de M. Ch. Gorceix, CXXIX. — Allocution présidentielle et rapport de la Commission du Prix Viquesnel, XXXVII et 93.

Miocène. Sur le — de l'Italie du Nord, par M. Depéret, LXII. — Sur le terrain — de l'Armagnac et sur le niveau des faunes de Sansan et de Simorre, par M. Depéret, CXIX. — Sur la classification et le parallélisme du système —, par M. Depéret, 170.

Mio-pliocéniques. Les formations — en Russie, par M. D. Sidorenko, 369.

MIQUEL. Présentation d'ouvrage, CVI.

Mirandol. Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre au causse de — et à la plaine de Montbel, par M. G. Fabre, 626.

Môle. Sur la structure du —, par M. M. Bertrand, XX.

Monastier (Le). Compte-rendu de la course du 20 septembre du — au Puy, par M. Boule, 602.

Montbel (Chaîne de). Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre 1893 au causse de Mirandol et la plaine de —, par M. G. Fabre, 626.

MUNIER-CHALMAS. Observation sur un article de M. Haug sur le Trias alpin, LI. — Présentation d'une note de M. Sarasin, LIV. — Sur le Stampien supérieur et sur les grès de Fontainebleau, LVIII. — Observation sur une note de M. Stuart-Menteath, LXXII. — Obser-[illegible]

Oxfordien. Quelques mots sur l'— et le Corallien des bords de la Serre par M. l'abbé Bourgeat, 267.

P

Parran. Note sur les gisements de fer oxydulé et oligiste des environs de Bône, LXXIII. — Sur un basalte à leucite de la grande Ouaria (Oran), LXXIV.

Permien Sur l'existence du — dans les Pyrénées, par M. Caralp, XXXIII. — Sur le — du massif de la Vanoise, par M. P. Termier, XLII et 124.

Peron. Présentation d'ouvrage, CVI. — Sur le Tertiaire supérieur de l'Algérie. Réponse à la note de M. Pomel, XXVIII et 84.

Pertuis (Le). Compte-rendu de la course du 17 septembre à Brives, Blavozy, —, par M. Boule, 550 — Compte-rendu de la course du — à Saint-Julien-Chapteuil, par M. P. Termier, 554.

Phosphates. Sur un gisement de — à Brévands, par M. de Lapparent, CXXII. — Sur un gisement phosphaté à Saint-Clément, près d'Isigny, par M. Skrodzki, CXXVIII.

Pikermi. La faune de — à Ambérieu (Ain), par M. Boistel, 286.

Plateau Central. Sur l'âge absolu des faunes de Mammifères du — et des éruptions volcaniques contemporaines, par M. Depéret, XCIV. — Note sur la succession stratigraphique des faunes de Mammifères pliocènes d'Europe et du — en particulier, par M. Depéret, 524.

Pliocènes. Note sur la succession stratigraphique des faunes de Mammifères — d'Europe et du Plateau Central en particulier, par M. Depéret, 524. — Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes de Mammifères — et sur l'âge des éruptions volcaniques du Velay, par M. Boule, 540.

Polignac. Compte-rendu du l'excursion à Denise, — Vialette, etc., par M. Boule, 515.

Portugal. Coup d'œil sur les eaux minérales et les eaux thermales des régions mésozoïques du —, par M. P. Choffat, 44.

Prem. Présentation d'ouvrage, VI. — Présentation d'ouvrage, CXXXVIII.

Prix. Rapport de la Commission du — Viquesnel, par M. Michel Lévy, XXXVI et 93. — Rapport sur le — Fontannes, par M. M. Bertrand, XXXVII et 97.

Puy (*Le*). Compte-rendu de la course du 20 septembre du Monastier au —, par M. Boule, 602. — Compte-rendu de l'excursion du — à Langogne, par M. Boule, 615.

Pyrénées. Sur l'existence du Permien dans les —, par M. Caralp, XXXIII. — Sur le gisement et la signification des fossiles albiens des — occidentales, par M. Stuart-Menteath, LXXI et 305. — Sur la structure essentielle des Pyrénées occidentales, par M. Stuart-Menteath, CXXII.

Q

Quaternaire. Le — du Maz d'Azil, par M. Tardy, 134.

Queyrières. Compte-rendu de la course de Saint-Julien-Chapteuil à Boussoulet, par — et le Mégal, par M. P. Termier, 565.

R

G. Ramond. Profil géologique de l'aqueduc d'Achères, CXL.

Ruvil et Kilian. Sur la bande synclinale nummulitique des Aiguilles d'Arves, LXXXVI.

Ronzon. Compte-rendu de l'excursion à —, Espaly, Ceyssac et Vals, par M. Boule, 504.

Roussel. Observations relatives au niveau de certains Rudistes récemment déterminés par M. Douvillé, XXXIX.

De Rouville. Sur le Cambrien de l'Hérault, XCIII et 325. — Observation sur les fouilles de MM. Depéret et Donnezan, CLXII. — Lettre adressée à M. Bergeron par M. —, XXVII et 83.

De Rouville et Delage. Note sur le Dévonien inférieur de l'Hérault et sur ses relations avec le Cambrien, CXI.

Russie. Les formations mio-pliocéniques en —, par M. D. Sidorenko, 369.

S

F. Sacco. Le genre *Bathysiphon* à l'état fossile, 165.

Saint-Julien-Chapteuil. Compte-rendu de la course de Pertuis à —, par M. P. Termier, 554. — Compte-rendu de la course de — à Boussoulet, par Queyrières et le Mégal, par M. P. Termier, 565.

Sansan. Sur les terrains miocènes de l'Armagnac et sur le niveau des faunes de — et de Simorre, CXIX.

CH. SARASIN. Etude sur les *Oppelia* du groupe du Nisus et les *Sonneratia* du groupe du bicurvatus et du raresulcatus, LIV et 149.

SAYN. Sur le Néogène des environs d'Agram, XVIII.

SCHLUMBERGER. Note sur les genres *Trillina* et *Linderina*, XLII et 118. — Présentation du rapport de la Commission de comptabilité, CV. — Présentation d'ouvrage, CV. — Présentation de notes de M. Belloc, CXXXVI.

SKRODZKI. Sur un gisement phosphaté à St-Clément, près d'Isigny, CXXVIII.

Serre. Quelques mots sur l'Oxfordien et le Corallien des bords de la —, par M. l'abbé Bourgeat, 267.

SFUNES. Présentation d'ouvrage, CV. — Sur le Crétacé supérieur des massifs montagneux situés entre les hautes Vallées d'Aspe et d'Ossau, CXXX.

SIDORENKO. Les formations mio-pliocéniques en Russie, CXVIII et 369.

Simorre. Sur les terrains miocènes de l'Armagnac et sur le niveau des faunes de Sansan et de —, par M. Depéret, CXIX.

Solognac. Essai sur la Géologie de la —

T

TARDY. Observation sur une note de M. Boule, XXXIII. — Extension des mollasses dans le Jura, LXXXVII. — Présentation d'ouvrage, CXXVIII. — Blocs erratiques de la Bretagne, CLVI. — Le Quaternaire du Mas d'Azil, 134.

P. TERMIER. Sur le Permien du massif de la Vanoise, XLII et 124. — Compte-rendu de la course du Pertuis à Saint-Julien-Chapteuil, 554. — Compte-rendu de la course de Saint-Julien-Chapteuil à Boussoulet, par Queyrières et le Mégal, 565. — Compte-rendu de la course de Fay-le-Froid au Mézenc, 578. — Compte-rendu de la course du Mézenc aux Estables, par la Chartreuse de Bonnefoy, 588.

TERMIER et KILIAN. Sur un gisement d'Ammonites dans le Lias calcaire de l'Oisans, 273.

Tertiaire. Sur les relations qui existent entre les assises —s de la Gironde et celles de la Bohême et du bassin de Mayence, par M. Fallot, CXLIV. — Sur le — supérieur de l'Algérie, par M. Peron, XXIII et 84.

PH. THOMAS. Présentation d'ouvrage, CXXXVII.

Tongrien. Le Ligurien et le — en Egypte, par M. Meyer-Eymar, XX et 7.

Tonkin. Sur des empreintes végétales du bassin de Yen-Baï au —, par M. Zeiller, CXXXV.

Toulon. Note sur les phénomènes de

Vans (Les). Compte-rendu de l'excursion du 24 septembre de Bagnols aux —, par M. G. Fabre, CI et 674. — Coupe des terrains des —, par M. J. Carrière, CII et 680. — Sur la nature grumeleuse des couches à *Pelt. transversarium* des environs des —, par M. Kilian, CIII et 682. — Résumé de la succession des assises observées entre Les — et Berrias, par M. Kilian, CIV et 682.

Velay. Aperçu général sur la géographie physique et la géologie du —, par M. Boule, 499. — Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes de Mammifères pliocènes et l'âge des éruptions volcaniques du —, par M. Boule, 540. — Succession des éruptions volcaniques du —, par M. Boule, 606.

Vertébrés. Sur la découverte des restes d'un Vertébré gigantesque dans les Ardennes, par M. de Lapparent, CXLII.

Vialette. Compte rendu de l'excursion à Denise, Polignac, —, etc., par M. Boule, 515.

Viquesnel. Rapport de la Commission du prix —, par M. Michel Lévy, XXXVI et 93.

Vivarais. Stratigraphie des petits causses, entre Gévaudan et —, par M. G. Fabre, 640.

W

Welsch. Sur les calcaires de l'Oued Rion (Inkermann, Algérie), CXLII.

Z

Zeiller. Allocution présidentielle, IV. Présentation d'un ouvrage de M. Squinabol, XXX. — Sur des empreintes végétales du bassin de Yen-Bai au Tonkin, CXXXV. — Félicitations à M. Boule, Fayol et M. Bertrand, XXXVII. — Félicitations à M. — par M. M. Bertrand, CXXXVII.

Ph. Zürcher. Note sur les phénomènes de recouvrement des environs de Toulon, 63.

Zürcher et Kilian. Sur la structure des environs d'Escragnolles (Alpes-Maritimes), XXXVIII.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU ET DES SYNONYMIES INDIQUÉES DANS CE VOLUME (1)

Asaphelina Miqueli, Bergeron, p. 334-342, fig. 1, Pl. VII, fig. 1-6; Pl. VIII, fig. 1-6.

Bathysiphon apenninicus Sacco, p. 166-167, fig. 1.

» *taurinensis* Sacco, p. 168-169, fig. 2.

Creoadapis Lemoine, p. 361-362, Pl. IX, fig. 1ne, 1ni, 1e, 1i, 1s.

Gastornis, p. 362-364, Pl. XI, fig. 3, 3s.

Lepidodendron selaginoides Sternb., VI et 78.

Linderina Schlumb., n. g., p. 120.

» *Brugesi* Schlumb., p. 121-123, fig. 3-5, Pl. III, fig. 7-9.

Oppelia Aptiana Sarasin, p. 155, Pl. IV-VI, fig. 12a. b. c.

» *Haugi* Sarasin, p. 156, fig. 4, Pl. IV-VI, fig. 11a. b. c.

» *Nisoides* Sarasin, p 155, fig. 3, Pl. IV-VI, fig. 10a.b.c.

» *Nisus* d'Orb., p. 152-153, Pl. IV-VI, fig. 9a. b. c. — *Syn.*: Ammonites Nisus d'Orb., Paléont. franç., Terr. crét., Céph., p. 184, Pl. 55, fig. 7-9, 1840.

Orbicula elliptica d'Archiac, LXXIII.

Plesidissacus Lemoine, p. 362-363, Pl. IX, fig. 2e, 2i.

Prestwichia Crepini Boulay sp., p. 342-345, fig. 2, Pl. VII, fig. 7-8. — *Syn.*: Anthracopeltis Crepini Boulay. Bull. Soc. scient. de Bruxelles, 1880, p. 277.

Simædosaure, p. 365-368, Pl. XI, 4e, 4e, 4o, 5, 6e, 6o.

Sonneratia bicurvata Mich., p 161, fig. 8 et 9. Pl. IV-V, fig. 1a. 1b. 2a. 2b. 3a. 3b. — *Syn.*: Ammonites bicurvatus Michelin. Note sur une argile dépendant du Gault. Mém. Soc. Géol. Fr., 1re Sér., t. III, p. 101; Pl. XII, fig. 7, 1838.

» *Heimi* Sarasin, p. 162, fig. 10, Pl. IV-V, fig. 7a et b.

» *raresulcata* Leym., p. 161-162, fig. 7, Pl. IV-VI, fig. 4 a. b., 5 a. b., 6 a. 6 b. c. — *Syn.*: Ammonites raresulcatus Leymerie, in d'Orb. Pal. franç., Terr. crét., Céph., p. 288; Pl. 85, fig. 5-7.

» *undulata* Sarasin, p. 162-163, fig. 11, Pl. IV-V, fig. 8 a et b.

Trillina Munier-Chalmas et Schlumb., n. g., p. 118.

» *Howchini* Schlumb., p. 119-120, fig. 1-2, Pl. III, fig. 6.

(1) Les noms de genres et d'espèces en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

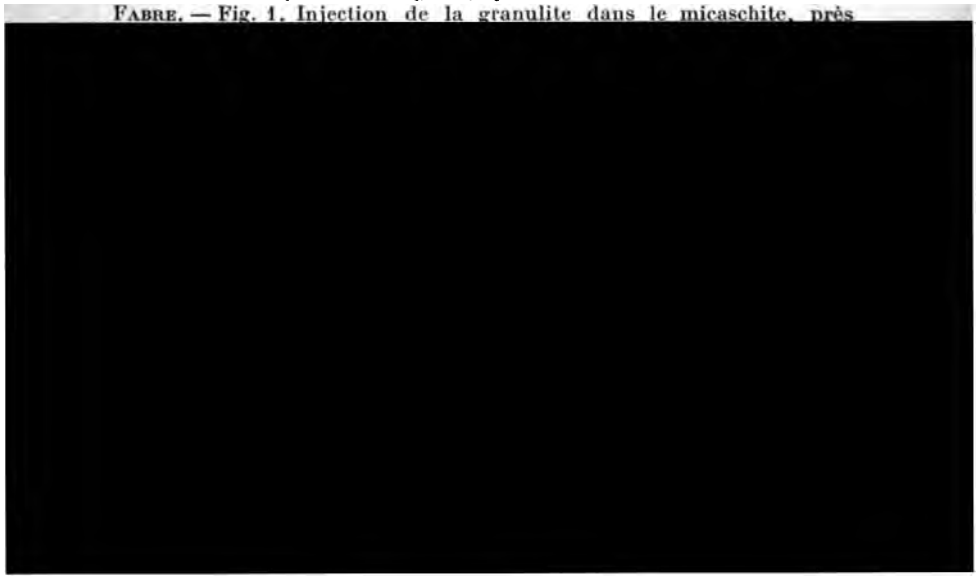
FIN DE LA TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

P. Choffat. — Fig. 1. Profil de la Serra de Cintra à Estoril. 52
Fig. 2. Profil à travers l'aire tiphonique de Maceira. . . 56
Fig. 3. Profil schématique des sources de Fervença à la Serra dos Molleanos. 57
Fig. 4. Profil schématique de Fonte-Quente (Leiria) à la Serra do Reguengo. 57
Baron. — Coupe des environs de la ville de Menton (Alpes-Maritimes). 110
C. Schlumberger. — Contour extérieur des loges de *Trillina Howchini* Schl. 119
Caractères externes de *Trillina Howchini*, Schl. . 120
Portion de section transversale de *Linderina Brugesi* Schl. 121
Partie de section horizontale de *Linderina Brugesi* Schl. 124
Caractères externes de *Linderina Brugesi* Schl. . . 122
C. Sarasin. — Fig. 1. Cloison de *Oppelia Nisus* var. *polyphylla* 153
Fig. 2. — *Oppelia Nisus* var. *oligophylla*. . . . 153
Fig. 3. Cloison typique de *Oppelia Nisoides* 154
Fig. 4. — — *Oppelia Haugi* 154
Fig. 5. Cloison de *Oppelia Nisoides* jeune. 154
Fig. 6. — *Oppelia subradiata*. 155
Fig. 7. — *Sonneratia raresulcata* (Leym). . . . 158
Fig. 8. — *Sonneratia bicurvata* (Mich.). 158
Fig. 9. — *Sonneratia bicurvata* jeune (Mich.) . 159
Fig. 10. — *Sonneratia Heimi* (nov. sp.). 159
Fig 11. — *Sonneratia undulata* (nov. sp.). . . . 159
Fig. 12. — *Sonneratia Dutemplei* (Bayle) 160
Federico Sacco. — Fig. 1. *Bathysiphon apenninicus* Sacc. 167
Fig. 2. *Bathysiphon taurinensis* Sacc. 168
Depéret. — Carte montrant la transgression à l'ouest du 2e étage méditerranéen par rapport au 1er étage méditerranéen dans le bassin du Rhône 185
A. de Grossouvre. — Fig. 1. Coupe des environs de Bugarach (Corbières). 279
Fig. 2. Coupe du Pic de Bugarach. 285
Fig. 3. Coupe passant par Cubières (Corbières). 291
J. Bergeron. — Fig. 1. Essai de reconstitution de l'*Asaphelina Miqueli* Berg. 333
Fig. 2. Essai de reconstitution de *Prestwichia Crepini* Boulay. 345
Ch. Gorceix. — Carte du bassin salifère de Bayonne et de Briscous, croquis n° 1. 379
Carte du bassin salifère de Bayonne et de Briscous, croquis n° 2. 385

Ch. Gorceix. — Carte du bassin salifère de Bayonne et de Briscous, croquis n° 3. 391
M. Boule. — Fig. 1. Vue du flanc occidental de la montagne de Denise 507
Fig. 2. Coupe transversale du ravin de Ceyssac 509
Fig. 3. Profil en long du vallon de Ceyssac. 509
Fig. 4. Coupe du ruisseau de Bauzit au plateau d'Eycenac 513
Fig. 5. Coupe N.-O. S.-O. du ruisseau de Ceyssac aux bords de la Loire. 514
Fig. 6. Croquis des plateaux basaltiques des environs du Puy, pris du chemin de Vals à Chaponade, au-dessus du point 783 de la carte de l'État-major. 514
Fig. 7. Coupe schématique de la montagne de Denise et de ses abords. 517
Fig. 8. Coupe sur le flanc occidental de Denise. 519
Fig. 9. Coupe du volcan de Cheyrac et de ses abords. . 520
Fig. 10. Coupe du volcan et du plateau de Cheyrac. . . 520
Fig. 11. Coupe N-E. S-E. du bassin du Puy. 552
Termier. — Fig. 12. Section mince d'une argile injectée de phonolite. 561
Fig. 13. Coupe de la formation métamorphique de Saint-Pierre-Eynac 562
Fig. 14. Opale hyalitique dans des poudingues métamorphiques, grossissement de 30 diamètres, nicols croisés. 563
Fig. 15. Coupe S.-O. N.-E. dans le village de Queyrières. 569
Fig. 16. Coupe N.-S. par le hameau de Raffy. 571
Fig. 17. Coupe N.-O. par le col de la Jame. 571
Fig. 18. Coupe du Mégal au Lisieux. 573
Fig. 19. Coupe N. S. de Fay-le-Froid à Bonnefoy par le Mézenc. 585
Fig. 20. Coupe de la Tailla à Bonnefoy, par les Rochers de Cuzet. 593
M. Boule. — Fig. 21. Coupe du Cirque des Boutières. 598
Fig. 22. Coupe du Mézenc et du Cirque des Boutières. . 599
Fig. 23. Carte géologique du Mont-Coupet et des environs 617
Fabre. — Fig. 1. Injection de la granulite dans le micaschite, près



LISTE DES PLANCHES

Pl. I. — Ch. Zürcher. — Trois vues et dix-neuf coupes géologiques des environ de Toulon.

Pl. II. — Carte géologique des environs de Toulon.

Pl. III. — C. Schlumberger. — Fig. 6, *Trillina Howchini* Schlumb. Photographie d'une section mince, grossie 50 fois. — Fig. 7 et 8, *Linderina Brugesi* Schlum. Photographies de sections transversales des formes A et B, grossies environ 36 fois. — Fig. 9, La même. Photographie d'une section horizontale, grossie environ 36 fois.

Pl. IV. — C. Sarasin. — Fig. 1 a et b, *Sonneratia bicurvata*, adulte, grandeur naturelle. Aptien de l'Aube. Ecole des Mines. — Fig. 2 a et b, *Sonneratia bicurvata*, plus petit échantillon, grandeur naturelle. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines. — Fig. 3 a et b, *Sonneratia bicurvata*, échantillon jeune, grandeur naturelle. Aptien de Gurgy. Sorbonne. — Fig. 4 a et b, *Sonneratia raresulcata*, adulte, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne. — Fig. 5 a et b, *Sonneratia raresulcata*, échantillon plus jeune, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne. — Fig. 6 a et b, *Sonneratia raresulcata*, échantillon jeune, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Sorbonne. — Fig. 6 c, Même échantillon grossi environ 2 fois. — Fig. 7 a et b, *Sonneratia Heimi*, grandeur naturelle. Aptien de Gurgy. Ecole des Mines. — Fig. 8 a et b, *Sonneratia undulata*, grandeur naturelle. Aptien de Gurcy. Ecole des Mines. — Fig. 9 a et b, *Oppelia Nisus*, grandeur naturelle. Aptien de la Beaume (Basses-Alpes). Sorbonne. — Fig. 9, *Oppelia Nisus* grossi environ 2 fois. Aptien de la montagne de Lure. Sorbonne. — Fig. 10 a et b, *Oppelia Nisoides* grandeur naturelle. Aptien de la Haute-Marne. Ecole des Mines. — Fig. 10 c, Même échantillon grossi environ 2 fois. — Fig. 11 a et b, *Oppelia Haugi*, grandeur naturelle. Aptien de Saint-Dizier. Ecole des Mines. — Fig. 11 c, Même échantillon grossi environ 2 fois. — Fig. 12 a et b, *Oppelia aptiana*, grandeur naturelle. Aptien du Cheiron (Basses-Alpes). Sorbonne. — Fig. 12 c, Même échantillon, grossi environ 2 fois.

Pl. VII. — J. Bergeron. — Fig. 1, 2, 5, Pygidiums d'*Asaphelina Miqueli*, de différentes tailles. Loc. : Ruisseau de Saint-Cels, près Saint-Chinian. Arenig inférieur — Fig. 3, Moule d'un pygidium d'*Asaphelina Miqueli*. Loc. : Ruisseau de Saint-Cels. Arenig inférieur. — Fig. 4, Pygidium avec trois anneaux thoraciques d'*Asaphelina Miqueli*. Loc. : Ruisseau de Saint-Cels. Arenig inférieur. — Fig. 6, Pygidium incomplet d'un grand exemplaire d'*Asaphelina Miqueli*. Loc. : Cassagnoles, près Ferrals.

Arenig inférieur. — Fig. 7, Tête de *Prestwichia Crepini*. Loc. : Bully-Grenay (Pas-de-Calais). Westphalien. — Fig. 8, Thorax et abdomen de *Prestwichia Crepini*. Loc. : Bully-Grenay (Pas-de-Calais). Westphalien.

Pl. VIII. — Fig. 1, *Asaphelina Miqueli*. Loc. : Bois de Boutoury, près Cabrières. — Fig. 2, Tête d'*Asaphelina Miqueli* sans les joues mobiles. Grossie quatre fois et demie. Loc. : Saint-Cels, près Saint-Chinian. — Fig. 3, Tête d'*Asaphelina Miqueli* sans les joues mobiles. Grandeur naturelle. Loc. : Ruisseau de Saint-Cels, près Saint-Chinian. — Fig. 4, Contre-empreinte des granulations du test dans la région occipitale de l'échantillon précédent. Grossie 5 fois. — Fig. 5, Hypostome d'*Asaphelina Miqueli*. Grossissement 3 2. Loc. : Bois de Boutoury, près Cabrières. — Fig. 6, Abdomen et pygidiums d'*Asaphelina Miqueli*. Loc : Bois de Boutoury, près Cabrières.

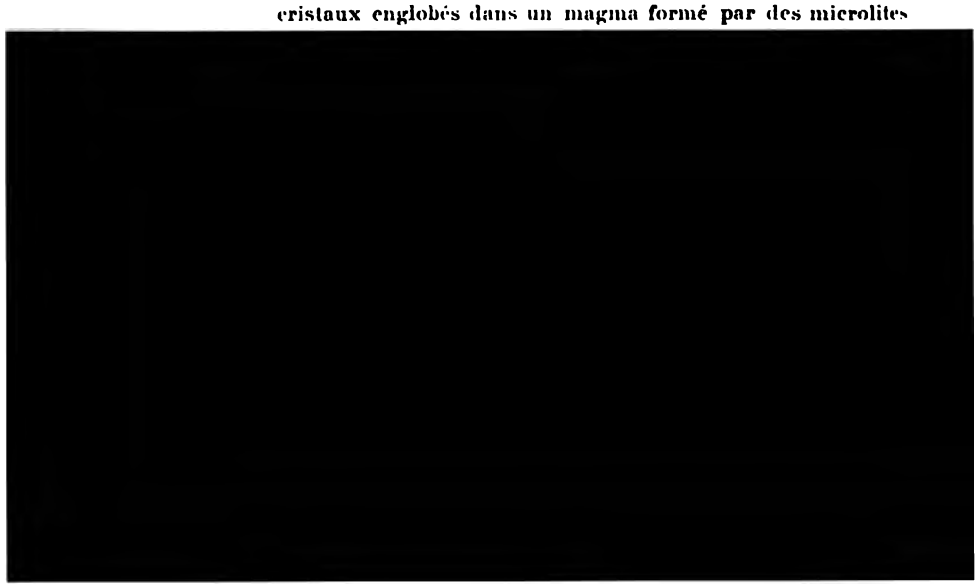
Pl. IX. — Lemoine — Fig. 1ns, 1m, 1e, 1i, 1a. Genre *Creodapis*, 2e, 2i, genre *Plesidissacus* : fig. 3-29. Les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne.

Pl. X. — Fig. 16, Les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne.

Pl. XI. — Fig. 1 2, Les os du pied des Mammifères de la faune cernaysienne ; fig. 3, Le métacarpe du *Gastornis*.

Pl. XII. — Ch. Gorceix. — Trois coupes du bassin salifère de Bayonne et de Briscous.

Pl. XIII. — Bertolio. — Fig. 1, Rhyolite du Mte Venda. Quartz ancien (1). Orthose en grands cristaux disséminés dans du quartz spongieux, par places moulé dans du quartz de formation postérieure (1'). — Fig. 2, Trachyte quartzifié de Pendise (dyke). Zircon (3), biotite (19), orthose (3), feldspath triclinique (6), en grands cristaux englobés dans un magma formé par des microlites d'orthose (3'), que moule du quartz secondaire. — Fig. 3, Trachyte du Mte Merlo. Biotite (19), zircon (3), augite (20), orthose (3), anorthose (3a), feldspath triclinique (6), en grands cristaux englobés dans un magma formé par des microlites



[redacted]

Pl. XVII. — Rocher de Polignac.
Pl. XVIII. — Le Mézenc vu de la maison forestière.
Pl. XIX. — Panorama de la haute vallée de la Saliouse (Cirque des Boutières).
Pl. XX — Fig. 1. Coupe générale en partie schématique du massif volcanique du Mézenc ; fig. 2, Coupe générale en partie schématique du bassin du Puy et de la chaîne du Velay.
Pl. XXI. — Profil dirigé suivant le plan de la faille du Mont-Lozère avec projection des montagnes de la lèvre sud sur ce plan.
Pl. XXII. — 9 coupes perpendiculaires à la faille du Mont Lozère.
Pl. XXIII. — Panorama des plateaux de la Borne (arkose triasique) et des gorges du Chassezac.

FIN DE LA LISTE DES PLANCHES.

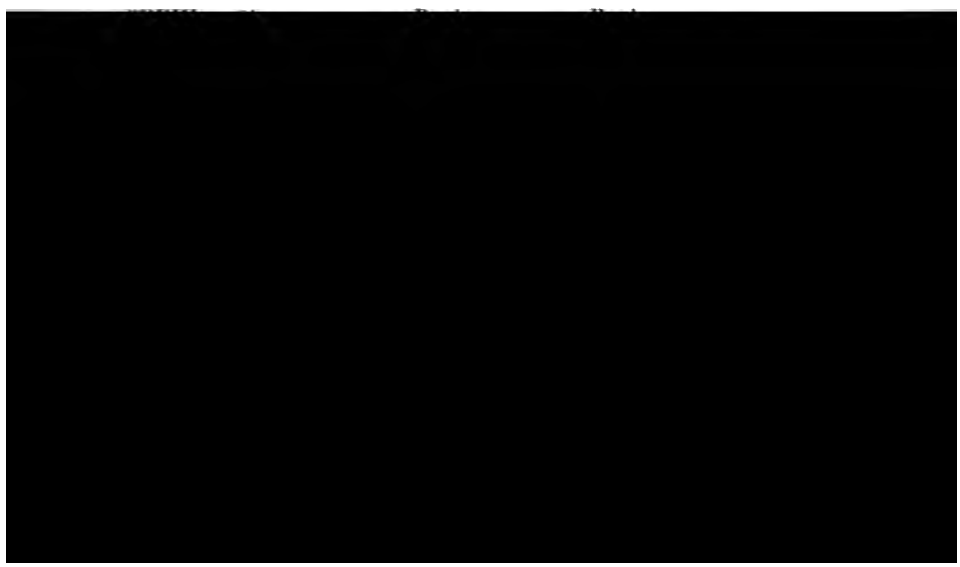
DATE DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1 — (feuilles 1-4), août 1893.
— 2 — (— 5-9, Pl. I-III), décembre 1893.
— 3 — (— 10-17, Pl. IV-VI), décembre 1893.
— 4 — (— 18-22, Pl. VII-VIII), février 1894.
— 5 — (— 23-27, Pl. IX-XIII), avril 1894.
— 6 — (— 28-31) (1)
— 7 — (— 32-39, Pl. XIV-XX), juin 1894.
— 8 — (— 40-45, Pl. XXI-XXIII), août 1894.

ERRATA DU TOME XXI

Pages	Lignes	
CXXIII	dernière	*au lieu de* M. Cayrol, *lisez* M. Caralp.



LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

pendant l'année 1893

1° OUVRAGES NON PÉRIODIQUES

(Les noms des donateurs sont en italique [*]*).*

Almera (J.) y Bofill y Poch (A.). — Catálogo de los Moluscos fósiles pliocenos de Cataluña. In-4°, 108 p., Barcelone, 1892. (Publicacion de la Crónica cientifica de Barcelona).

— — Nota sobre la presencia del « Hippopotamus major » y otros mamiferos fósiles en Tarrása; sobre la supuesta presencia del « Hipparion » en La Garriga. In 8°, 7 p. Barcelone, 1893. (Extr. Bol. R. Academia de Ciencias de Barcelona).

— — Moluscos fósiles de los Terrenos terciários superiores de Cataluña, III. In-8°, 131 p. 8 pl. Madrid, 1893. (Extr. Bol. Com. del Mapa geol. de España.)

Badel (E.) — Jules Wohlgemuth, directeur de l'Ecole professionnelle de l'Est. Sa vie, sa mort, ses funérailles. In-8°, 32 p. Nancy, 1893.

Baretti (M.) — Geologia della Provincia di Torino. 1 vol. in 8° et 1 atlas in-f°. Turin, 1893.

Barrois (Ch.) — Sur le Rouvillograptus Richardsoni de Cabrières. In-8°, 6 p., 2 pl. Lille, 1893. (Extr. Annales Soc. Géol. du Nord.)

— Légende de la Feuille de Dinan de la Carte Géologique de France au 1/80.000e. In-8°, 16 p. Lille, 1893. (Idem.)

[*] Ne sont pas mentionnés dans cette liste les tirages à part du *Bulletin* de la Société offerts par les auteurs.

Baye (Bon de). — Souvenir du Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques. XIe session, Moscou, 1892. In-8°, 45 p. Paris, 1893.

Bayley (W. S.) — Summary of Progress in Mineralogy and Petrography in 1892. From Monthly Notes in the « American Naturalist ». In-8°. Waterville, Me., 1893.

Belloc (E.). — Explorations sous lacustres. Le Lac d'Oo. Haute-Garonne (Pyrénées centrales). Sondages et dragages. In-8°, 11 p., Paris, 1890 (Extr. Bull. de Géogr. historique et descriptive).

— Sur un nouvel appareil de sondage portatif, à fil d'acier. In-4°, 3 p., Paris, 1891 (Extrait des C. R. de l'Acad. des Sc.).

— Sur certaines formes de comblement, observées dans quelques lacs des Pyrénées. In 4°, p., 3 Paris, 1892 (Idem).

— Nouvel appareil de sondage portatif à fil d'acier. Drague légère et filet fin pour servir aux recherches des naturalistes et des explorateurs. In 8°, 18 p., Paris, 1892 (Extr. Bull. Soc. Géogr.).

— Explorations sous lacustres. La végétation lacustre dans les Pyrénées. In 8°, 21 p., Paris, 1893 (Ext. Ass. Fr. pour l'Av. des Sc. Congrès de Pau, 1892).

— Explorations sous-lacustres. Origine, formation, comblement des lacs des Pyrénées. In 8°, 20 p., Paris, 1893 (Idem).

Bertrand (M.). — Les Montagnes de l'Ecosse. In-8°, 27 p., Paris, 1892 (Extr. de la Revue générale des Sciences pures et appliquées).

— Sur le raccordement des bassins houillers du Nord de la

— Rivendicazione della priorità degli studje e delle conclusioni sul sollevamento dell'Appennino Emiliano per via di scorrimento e di pressioni laterali, e la diretta azione della gravità. In 8°, 8 p. Bologne, 1893 (Extr. Rendiconti R. Accad. Sc. di Bologna).

— Le notevali particolarita dei cristalli mimetici cubiformi di pirite gialla scoperti nelle marne grigie terziarie antiche dei Monti della Riva (Valle del Dardagna, Appennino Bolognese). In-4°, 48 p., 5 pl. Bologne, 1893. (Ext. Mem. R. Accad. di Bologna).

Boule (M.). — Description de l'Hyœna brevirostris du Pliocène de Sainzelles (Haute-Loire). In-8°, 13 p., 1 pl. Paris, 1893. (Extr. Annales Sc. Nat., Zoologie).

— La Station quaternaire du Schweizersbild près de Schaffouse (Suisse) et les fouilles du Dr Nüesch. In-8°, 25 p., 4 pl. Paris, 1893. (Extr. des Nouvelles Archives des Missions Scient. et Litt.).

— Une Excursion Géologique dans les Montagnes Rocheuses. In-8°, 16 p. Paris, 1893. (Assoc. Française pour l'Avanc. des Sc.).

— L'Homme paléolithique dans l'Amérique du Nord. In 8°, 4 p., s. l. n. d. [Ext. de l'Anthropologie].

— et *Glangeaud (Ph.)*. — Le Callibrachion Gaudryi. In-8°, 17 p., 1 pl. Autun, 1893. (Extr. Bull. Soc. Hist. Nat. d'Autun).

Brasil (L.). — Sur le Lias supérieur et le Bajocien de Tilly-sur-Seulles et Feuguerolles. In-8°, 3 p., Caen, 1893. (Extr. Bull. Laboratoire de Géol. Fac. des Sc. de Caen).

Bucaille (E.). — Catalogue raisonné des Mollusques terrestres et d'eau douce observés dans le département de la Seine-Inférieure. Revu et publié par *R. Fortin*. In-8°, 19 p. Rouen, 1891. (Extr. Bull. Soc. des Amis des Sc. Nat. de Rouen).

Bukowski (G. v.). — Ueber den Bau der südl. Sudetenauslaufer östl. von der March. In-8°, 8 p. Vienne, 1893. (Extr. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanstalt).

— Reisebericht aus dem südl. Dalmatien. In 8°, 3 p. Vienne, 1893. (Idem).

— Die Levantinische Molluskenfauna der Insel Rhodus. I. Theil. In-4°, 42 p., 6 pl. Vienne, 1893. (Ext. Denkschriften der Mathem.-Naturwiss. Classe der k. Akad. der Wiss.).

Calderon (S.). — Los Naturalistas Españoles en America. Discurso leido en el Ateneo y Sociedad de Excursiones de Sevilla al inaugurarse en curso de 1892 à 1893. In-8°, 63 p. Seville, 1892.

— Movimientos pliocenicos y post-pliocenicos en el Valle del Guadalquivir. In-8°, 18 p. Madrid, 1893. (Extr. Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.).

— Foraminiferos pliocenos de Andalucia. In-8°, 3 p. Madrid, 1893. (Extr. Actas Soc. Esp. de Hist. Nat.).

Capellini (G.). — Res Ligusticæ, XX. Gerolamo Guidoni di Vernazza e le sue scoperte geologiche in Liguria e in Toscana. Note biografiche. In-8°, 133 p. Gênes, 1892.

Choffat (P.). — Espagne et Portugal. Extrait de l'Annuaire géologique universel. t. VII. In-8°. 12 p. Paris, 1892.

— Contribution à la connaissance géologique des sources minérothermales des aires mésozoïques du Portugal. In-8°, 136 p., 1 pl. Lisbonne, 1893. (Ministère des Travaux Publics du Portugal).

— Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto (Portugal). Phases peu connues du développement des Mollusques. In-4°, 3 p. Paris, 1893. (Extr. C. R. Acad. Sc.).

Cossmann (M.). — Réponse aux observations de M. E. Vincent sur le Gilbertia inopinata, Morlet. In-8°, 4 p. Bruxelles, 1891. (Extr. Bull. Soc. Malacologique de Belgique).

— Gastéropodes. Extrait de l'Annuaire Géologique Universel, t. VIII, 1891. In-8°, 43 p. Paris, 1892-1893.

— Révision sommaire de la faune du terrain oligocène marin aux environs d'Etampes (suite). In-8°, 46 et 47 p., 2 pl. (en 2 part.). Paris, 1892. (Extr. Journ. de Conchyliologie).

Cotteau (G.) — Echinides nouveaux ou peu connus. 11e article. 12 p., 2 pl. (Extr. Mém. Soc. Zool. de Fr.)

Daubrée. — Notice sur Nicolas de Kokscharow. In-4°, 4 p. Paris, 1893. (Extr. C. R. Acad. Sc.)

Delebecque (A.) et *Duparc (L.)* — Sur les changements survenus au glacier de la Tête-Rousse depuis la catastrophe de Saint-Gervais, du 12 juillet 1892. In-4°, 2 p. Paris, 1893. (Extr. C. R. Acad. Sc.)

Degrange-Touzin (A.) — Etude sur la faune terrestre, lacustre

et fluviatile de l'Oligocène supérieur et du Miocène dans le Sud-Ouest de la France et principalement dans la Gironde. In-8°, 106 p. 2 pl. Bordeaux, 1893. (Extrait des Actes Soc. Linn. de Bordeaux).

Douglas (J.) — Biographical sketch of Thomas Sterry Hunt. In-8°, 11 p. New-York, 1892. (Extr. Trans. Amer. Inst. Mining Engineers.)

Duparc (L.) et *Mrazec (L.)* — La structure du Mont-Blanc. In-8°, 13 p. 1 pl. Extr. des Archives des Sc. Phys. et Nat., Genève, 1893).

— — Sur quelques bombes volcaniques de l'Etna des éruptions de 1886 et 1892. In-8°, 7 p., 1 pl. (Idem.)

— — Note sur les roches amphiboliques du Mont-Blanc. In-8°, 22 p. (Idem.)

— — Sur les éclogites du Mont-Blanc. In-4°, 3 p. Paris, 1893. (Extr. C. R. Acad. Sc.)

— — Sur un schiste à chloritoïde des Carpathes. In-4°, 3 p. Paris, 1893. (Idem.)

Duparc (L.) et *Ritter (E.)* — Les massifs cristallins de Beaufort et Cevins. Etude pétrographique. In-8°, 30 p., 1 pl. (Extr. des Archives des Sc. Phys., et Nat. Genève, 1893).

Falsan (A.) — Les Alpes françaises : Les montagnes, les eaux, les glaciers, les phénomènes de l'atmosphère ; les Alpes françaises : la flore et la faune, le rôle de l'Homme dans les Alpes, la transhumance. 2 vol. in-8°, Paris, 1893.

Ficheur (E.). — Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans l'Atlas de Blida (Algérie). In-4°, 3 p., Paris, 1893 (Extr. C. R, Acad. Sc.).

— Notice géographique et géologique sur la Kabylie. Extrait de : La Kabylie et les Coutumes Kabyles, par MM. Hanoteau et Letourneux. In-8°, 105 p. Paris, 1892.

Firket (Ad.). — Sur quelques minéraux artificiels pyrogénés. In-8°. 9 p., 1885 (Extr. Ann. Soc. géol. de Belgique).

— Alluvions modernes de la Vallée de la Meuse. In-8°, 10 p. Liège, 1887 (Idem).

— Minéraux artificiels. Fayalite, In-8°, 10 p., Liège, 1887 (Idem).

— Fossiles des gîtes de phosphorite de la Hesbaye. In-8°, 5 p. Liège, 1890 (Idem).

— Observations présentées à la suite de la communication de M. Max Lohest sur les failles de l'étage houiller. In-8°, 12 p. Liège. 1890 (Idem).

— Sur l'âge et l'origine d'un limon récent de la vallée de l'Ourthe. In-8°, 4 p. Liège, 1890 (Idem).

— L'eau minérale et le captage de Harre. In-8°, 39 p., 1 pl. Liège, 1892 (Idem).

— Note sur le gîte de combustible minéral du Rocheux, à Theux. In-8°, 6 p. s. d. (Idem).

Fliche (P.). — Sur un nouveau genre de conifère rencontré dans l'Albien de l'Argonne. In 4°, 3 p. Paris, 1893 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

Foresti (L.). — Enumerazione dei Brachiopodi e dei Molluschi pliocenici dei dintorni di Bologna. In-8°, 18 p., 1 pl. (s. l. n. d).

Fortin (R.). — Profil géologique du chemin de fer funiculaire de Bon-Secours. In-8°, 10 p., 3 pl., Rouen, 1891 (Extr. Bull. Soc. des Amis des Sc. Nat. de Rouen).

— Notice biographique sur Ernest-Lucien Bucaille et liste de ses travaux scientifiques. In-8°, 19 p., Rouen, 1893 (Idem).

Fritsch (A.). — Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Bd. III, Heft 2 : Selachii (Traquairia, Protacanthodes, Acanthodes), Actinopterygii (Megalichthys, Trissolepis).

la Sologne. In-8°, 20 p. Paris, 1893. (Extr. de la Feuille des Jeunes Naturalistes).

Gaudry (A.). — L'Ichthyosaurus Burgundiæ. In-8°, 9 p., 1 pl. (Extr. du Bull. Soc. Hist. Nat. d'Autun, 1892).

Gillot (F.-X.). — Notice biographique sur J.-J. Collenot, de Semur-en-Auxois. In-8°, 8 p., s. l. n. d.

Gosselet (J.).— Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 3e fascicule. Terrains tertiaires (Texte et Planches). 2 fasc. in-8°. Lille, 1883.

Greco (B.). — Il Lias Inferiore nel circondario di Rossano Calabro. Gr. in-8°, 128 p., 7 pl. Pise, 1893. (Extr. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.).

Groddeck (A. von). — Remarques sur la classification des gîtes métallifères. Traduit de l'allemand par *Ad. Firket*. In-8°, 22 p. Liège, 1886. (Extr. Revue Univ. des Mines).

Guillabert (P.). — Géologie. Note sur Devèïrèri, quartier rural de la commune de Carnoules (Var) de l'ère Tertiaire non marqué sur la Carte géologique détaillée de la France, avec un plan-croquis. In-8°, 28 p., 1 pl. (Extr. Bull. Acad. du Var).

Gümbel (W. c.). — Geologische Mittheilungen über die Mineralquellen von St. Moritz im Obereigedin und ihre Nachbarschaft nebst Bemerkungen über das Gebirge bei Bergün und die Therme von Pfäfers. In-8°, 101 p. Munich, 1893. (Extr. Sitzungsberichte Math.-physik. Classe K. b. Akad. Wiss.).

Harlé (E.). — Le repaire de Roc-Traucat (Ariège) et notes sur des Mégacéros, Castors, Hyènes, Saïgas et divers rongeurs quaternaires du Sud-Ouest de la France. Avec observations sur le climat de cette région à la fin du Quaternaire. In-8°, 18 p. Toulouse, 1892. (Extr. Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse).

— Succession de diverses faunes, à la fin du Quaternaire, dans le Sud-Ouest de la France. In-8°, 4 p. Toulouse, 1893 (Idem).

— Sur les restes d'Eléphants du Sud-Ouest de la France. In-8°, 6 p. Toulouse, 1893 (Idem).

Haug (E.). — Revue annuelle de Géologie (Revue générale des Sciences pures et appliquées, 30 septembre 1893).

Hill (R. T.). — Notes on the Texas-New Mexican Region. In-8°, 16 p., 1891 (Extr. Bull. Geol. Soc. of America).

— The Geologic Evolution of the non-mountainous Topography of the Texas Region. An Introduction to the Study of the Great Plains. In-8°, 11 p. Minneapolis, 1892 (Extr. American Geologist).

— The Deep Artesian Boring at Galveston, Texas. In-8°, 4 p. New Haven, 1892 (Ext. Amer. Journal of Sc.).

— The Cretaceous Formations of Mexico and their Relations to North American Geographic Development. In-8°, 18 p. New-Haven, 1893 (Idem).

— The occurrence of Hematite and Martite Iron-Ores in Mexico. With notes on the associated Igneous Rocks by W. Cross. In-8°. 10 p. New-Haven, 1893 (Idem).

— Clay Materials of the United States. In-8°, 56 p. Washington, 1893 (Extr. Mineral Resources of the U. S. 1891).

— Paleontology of the Cretaceous formation of Texas. The Invertebrate Paleontology of the Trinity division; the Invertebrate fossile of the Caprina Limestone beds. 2 fasc. in-8°. 10 pl. Washington, 1893 (Extr. Proc. Philosophical Soc. Washington).

Hovelacque (M.). — Recherches sur le Lepidodendron selaginoïdes. 1 vol. in-4°, 165 p. 7 pl. Caen, 1892 (Extr. Mém. Soc. Linn. de Normandie).

Howorth (H. H.). — The Glacial Nightmare and the Flood. 2 vol. in-8°. Londres, 1893.

Jentzsch (A.). — Bericht über die Verwaltung des Provinzial-

— Ueber die chemische Zusammensetzung der Pyrope und einiger anderer Granate. In-8°, 10 p., Vienne. 1892 (Extr. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanstalt).

— Ueber die chemische Zusammensetzung verschiedener Salze aus den k. k. Salzbergwerken von Kalusz und Aussee. In-8°, 20 p., 1 pl. Vienne, 1892.

Kilian (W.). — [Article bibliographique sur l'] Annuaire du Club Alpin Suisse. 27e année, 1891-1892. In 8°, 6 p. s. l. n. d.

— [Article bibliographique sur l'] Annuaire du Club Alpin Austro Allemand. Tome XXIII, 1892. In 8°, 4 p., s. l. n. d.

— Contribution à l'étude des Céphalopodes crétacés du Sud-Est de la France, par G. Sayn et W. Kilian; sur quelques Ammonitidés appartenant au Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon. In-4°, 9 p., 1 pl. Lyon, 1892.

— Sur l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Gréoulx (Basse Alpes) et sur l'âge de ces dislocations. In 4°, 3 p. Paris, 1892 (Extr. C. R. Acad. Sc.).

— Une coupe transversale des Alpes françaises. In 4°, 4 p. Paris, 1893. (Idem).

— Nouvelles observations géologiques dans les Alpes françaises. In-4°, 3 p. Paris, 1893 (Idem).

— Sur une secousse séismique ressentie à Grenoble, le 8 avril. In-4°, 3 p. Paris, 1893 (Idem).

— Neige et Glaciers (3e article). In-8°, 68 p. Grenoble, 1893.

— et *Haug.* — Constitution géologique de la vallée de l'Ubaye (Basses Alpes). In-8°, 4 p. Grenoble, 1892 (Soc. de Statistique de l'Isère).

— et *Révil (J.).* — Une Excursion géologique en Tarentaise. La brèche nummulitique et son extension au Nord de Moutiers. In-8°, 17 p. Chambéry, 1893. (Extrait du Bull. Soc. Hist. Nat. de (Savoie).

Lambert (J.). — Etudes morphologiques sur le plastron des Spatangides. In 8°, 43 p. Auxerre, 1893 (Extr. Bull. Soc. Sc. historiques et naturelles de l'Yonne).

Lapparent (A. de). — Traité de Géologie, 3e édition, entière

ment refondue. IIe partie, Géologie proprement dite, Fascicules 3, 4, 5 (p. 961 — 1645 fin). In-8°, Paris, 1893.

— Les Causes de l'ancienne Extension des Glaciers. In-8°, 35 p., Bruxelles, 1893. (Extrait de la Revue des Questions scientifiques).

— Scientific Worthies. Sir Arch. Geikie (Nature, Jan. 5, 1893).

Launay (de). — Formation des gîtes métallifères. 1 vol. in-18, Paris, s. d. [1893].

Lebesconte (P.). — Etude géologique sur l'Ouest de la France. In-8°. Rennes, 1893 (Extr. Bull. Soc. scientifique et médicale de l'Ouest).

Lindgren (W.). — Two Neocene Rivers of California. In-8°, 52 p., 5 pl. Rochester, 1893 (Extr. Bull. Geol. Soc. of America).

Llorens (J. de). — Malagros de la Higiene. Las Landas. In-8°, 28 p. Barcelone, 1893. (Extr. Gaceta sanitaria de Barcelona.)

Lyman (B. S.) — Shippen and Wetherill Tract. In-8°, 36 p., 1 pl. Philadelphie, 1893.

— The great mesozoic Fault in New Jersey. In-8°, 4 p., 1 carte géol. Philadelphie, 1893. (Extr. Proc. Amer. Philos. Soc.)

Marcou (J.) — On the classification of the Dyas, Trias and Jura in North-West Texas. In 8°, 9 p. Minneapolis, 1892. (Extr. Amer. Geologist.)

— Some remarks on Prof. H. S. Williams' Address before Section E, A. A. A. S. August, 1892, on « The scope of Paleontology

Carbonifère inférieur de la Haute-Alsace. In-8°, 9 p. Rennes, 1893. (Idem).

— Sur la découverte du Carbonifère marin dans la vallée de St-Amarin (Haute-Alsace). In-4°, 2 p. Paris, 1893. (Extr. C. R. Acad. Sc.)

Miquel (J.) — Note sur la Géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Saint-Chinian à Coulouma. In-8°, 16 p. Béziers, 1893. (Extr. Soc. d'Études des Sc. Nat. de Béziers).

Nicklès (R.). — Application de la photographie au dessin des cloisons des Ammonites. In-8°, 8 p. Lille, 1893 (Extr. du Bull. Assoc. Amicale des Élèves de l'Ecole des Mines).

Noguès (A. F.). — Los Temblores de Terra. Conferencia dada por el Presidente de la Société Scientifique du Chili. In-8°, 32 p. Santiago, 1892.

— Descendencia del Hombre i Darwinismo. In-8°, 89 p. Santiago 1893. (Extr. Anales de la Universidad).

Omboni (G.). — Achille de Zigno. Cenni biografici. In-8°, 35 p. Padoue, 1892.

Parent (H.). — Sur l'existence du Gault entre les Ardennes et le Bas-Boulonnais (Étude du Gault et du Cénomanien de l'Artois). In-8°, 41 p. Lille, 1893. (Extr. des Annales de la Soc. Géol. du Nord).

— Sur une nouvelle espèce d'Ammonite du Gault. In-8°, 6 p., 1 pl. Lille, 1893. (Idem).

Peron (A.). — Exploration scientifique de la Tunisie. Description des Brachiopodes, Bryozoaires et autres Invertebrés fossiles des terrains crétacés de la Région Sud des Hauts Plateaux de la Tunisie. 1 vol. in-8° avec atlas in f° de 2 pl. Paris, 1893.

Portis (A.). — Contribuzioni alla storia fisica del Bacino di Roma e Studii sopra l'estensione da darsi al Pliocene superiore. 1 vol. in-4° avec 3 pl. Turin-Rome, s. d. 1893.

Prestwich. (J.). — On the Evidences of a submergence of Western Europe and of the Mediterranean Coasts, at the close of the Glacial or so-called Glacial Period, and immediately preceding the Neolithic or Recent Period. In-4°, 82 p., 1 pl. Londres, 1893. (Extr. Phil. Transactions).

Priem (F.). — La Terre, les Mers et les Continents. 1 vol. in 4°, Paris, s. d. [1892].

— La Terre avant l'apparition de l'Homme. 1 vol. in 4°. Paris, s. d. [1893].

Quiroga (F.). — Anomalias ópticas de la blenda en Picos de Europa. In-8°, 1 p., Madrid, 1892. (Extr. Actas Soc. Esp. de Hist. Nat.).

Reinach (A. o.). — Der Untergrund von Hanau und seiner nächsten Umgebung. In-8°, 11 p. Hanau, 1892. (Extr. Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde).

Renevier (L.). — Musées d'Histoire Naturelle de Lausanne. Rapports annuels des Conservateurs à la Commission des Musées pour l'année 1892. In-8°, 20 p. Lausanne, 1892.

— Commission Internationale de la Carte Géologique d'Europe. Procès-verbal des séances tenues les 27 et 28 septembre 1892 dans la salle du Sénat de l'Université de Lausanne. In-8°, 7 p., s. l. n. d.

— Belemnites aptiennes. In-8°, 5 p. Lausanne, 1893. (Extr. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.).

— et *Lugeon.* — Géologie du Chablais et Faucigny Nord. In-8°, 7 p. Lausanne, 1893. (Idem.).

Révil (J). — Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des environs de Chambéry. In-8°. 12 p. Chambéry, 1893. (Extr. Bull. Soc. d'Hist Nat. Savoie).

— Les lacs de la Savoie, d'après des travaux récents. In-8°, 15 p. Chambéry, 1892. (Idem).

Sacco (F.) — Il Bacino terziario e quaternario del Piemonte. Bibliografia — Geologia Pura — Paleontologia — Geologia applicata. 1 Vol. in-4°, 1889-1890, avec 1 grande carte géol. entoilée à part.

— Origine del sottosuolo Torinese. Conferenza tenuta nelle sale della Filotecnica la sera del 29 Dicembre 1890. In-8°, 7 p. Turin, 1891 (Extr. de l'Ingegneria sanitaria).

— L'Anfiteatro morenico del Lago Maggiore. Studio geologico. In-8°, 56 p., 1 carte. Turin. 1892 (Extr. Annali R. Accad. d'Agric. di Torino).

— L'Appennino Settentrionale (Parte Centrale). Studio geologico. 1 vol. in-8°. Rome, 1892 (Extr. Bull. Soc. Geol. Ital.).

— Il Delfino pliocenico di Camerano Casasco (Astigiano). Memoria. In-4°, 14 p., 2 pl. Naples, 1893 (Extr. Mem. Soc. Italiana delle Scienze).

— Le zone terziarie di Vernasca e Vigolena nel Piacentino. Studio geologico. In-8°, 9 p., 1 carte. Turin, 1892 (Extr. Atti R. Accad. Sc. di Torino).

— Le Trias dans l'Apennin de l'Emilie. In 8°, 6 p. Bruxelles, 1893 (Extr. Bull. Soc. belge de Géol.).

— Contribution à la Connaissance paléontologique des argiles écailleuses et des schistes ophiolitiques de l'Apennin septentrional. In 8°, 34 p. 2 pl. Bruxelles, 1893 (Idem).

— Appunti paleontologici. III. Sopra alcuni Asteroidi fossili. In 8°. 9 p., 1 pl. Turin, 1893 (Extr. Atti. R. Accad. Sc. di Torino).

— Il fenomeno di franamento verificatosi in Piemonte nella primavera del 1892. In 8°, 8 p. Turin, 1893 (Extr. Annali R. Accad. d'Agric. di Torino).

Saintignon (F. de). — Le mouvement différentiel. Loi des marées. Eau-Air-Feu. In-4°, 56 p. Paris-Nancy, 1892.

Saint-Lager (Dr). — Un chapitre de grammaire à l'usage des Botanistes. Gr. In-8°, 23 p. Paris, 1892.

Sarran (E.) — Le Tonkin au point de vue minier. In-8°. 1 carte géol. Marseille, 1893.

Scudder (S. H.) — Geological Survey of Canada. Contributions to Canadian Paleontology. Vol. II. Canadian Fossil Insects. 2. The

Coleoptera hitherto found fossil in Canada. In-8°, 28 p. 2 pl. s. l. n. d.

Seunes (J.) — Note sur la géologie de la Haute Vallée d'Aspe (Basses-Pyrénées). In-8°, Paris, 1893. (Extr. Bull. Carte Géol. de la France).

Sicard (Germain). — Le cimetière gallo-romain de la Métairie Grande d'Argon (Commune de Laure). In 8°, 12 p., 1 pl. Carcassonne, s. d.

— Rapport sur l'Excursion faite par la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude, le 27 mars 1893, aux grottes de Sallèle-Cabardès. In-8°, 18 p. Carcassonne, s. d.

— Le Plateau de la Matte et ses environs. In-8°, 24 p. Carcassonne, s. d.

Squinabol (S.). — Contribuzioni alla Flora fossile dei Terreni terziarii della Liguria. Livr. I-IV. Gr. in-8°, 35 pl. Gènes, 1891-92.

Stefanescu (Gr.). — On the Existence of the Dinotherium in Roumania. In-8°, 4 p. Washington, 1891 (Extr. Bull. Geol. Soc. of America).

— Sur l'existence du Dinotherium en Roumanie. In-8°, 4 p. Bucarest, s. d. (traduction du précédent).

Steinmann (G.). — Ueber die Gliederung des Pleistocän im badischen Oberlande. In 8°, 47 p. Heidelberg, 1893. (Extr. Mitth. Groszh. Badischen Geol. Landesanstalt).

— Die Moränen am Ausgange des Wehrathals. In-8°, 5 p., s. l. n. d. (Extr. Bericht XXV. Versammlung d. Oberrhein. Geol. Ges. in

Tornquist (A.) — Vorläufige Mittheilung über neue Fossilfunde im Untercarbon des Ober-Elsass. In-8°, 8 p. Strasbourg, 1893. (Extr. Mittheilungen der Geol. Landes Anst. von Elsass-Lothringen).

Trabucco (G.).— Risposta ad alcune osservazioni alla nota : l'Isola di Lampedusa, studio geo-paleontologico. In 8°, 7 p. Rome, 1892. (Extr. Boll. Soc. Geol. Italiana.)

— Sulla vera posizione dei Terreni terziari del Bacino piemontese. Parte prima. Gr. in 8°, 49 p., 2 pl. Pise, 1893. (Extr. Atti Soc. Tos. Sc. Nat.)

— Sulla vera posizione dei Terreni terziari del Piemonte (nota preliminare). In-8°, 7 p. Ria. 1893. (Extr. Pr.-verb. Soc. Tosc. Sc. Nat.)

Traverso (L.) — Quarziti e scisti metamorfici del Sarrabus (Sardegna). Studio petrographico. In 8°, 33 p. Gênes, 1893. (Extr. Atti Soc. Ligustica di Sc. Naturali.)

— Forme lenticolari dell' Argilla in Bognanco (Ossola). In-8°, 19 p., 1 pl. Gênes, 1893. (Idem.)

Trutat (E.) — Les Pyrénées. 1 vol. in-18, Paris, 1894.

Van den Broeck (E.) — A propos de la Carte Agricole de la Belgique. In-4°, 36 p. Bruxelles, 1893. (Extr. du Bull. belge de l'Agriculture.)

Walther (J.) — Bionomie des Meeres. Beobachtungen über die marinen Lebensbezirken und Existenzbedingungen. Erster Theil einer Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. 1 vol. In-8°, Iéna, 1893.

Zittel (K. A.) — Traité de Paléontologie. Traduit par *Ch. Barrois*. Tome III, Paléozoologie. Vertebrata (Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves). In-8°. Paris, Munich et Leipzig, 1893.

2° Périodiques.

(Bulletins et Mémoires publiés par les Sociétés savantes et les Services officiels, Collections, Revues, etc.).

France. — Paris. — Académie des Sciences. Comptes rendus hebdomadaires. T. CXV, N°s 25-26 (1892) ; T. CXVI, N°s 1-26 (1893, 1er semestre) ; T. CXVII, N°s 1-24 (1893, 2e semestre).

— Annales des Mines, 9e série, T. II, N° 12 (1892) ; T. III, N°s 1-7 et T. IV, N°s 8-11 (1893).

— Annuaire des Bibliothèques et des Archives pour 1893.

— Annuaire Géologique Universel, T. VIII, année 1891, N°s 2-4 (1892-93) ; T. IX, année 1892, N° 1 (1893).

— L'Anthropologie, T. III, N° 6 (1892) ; T. IV, N°s 1-4 (1893).

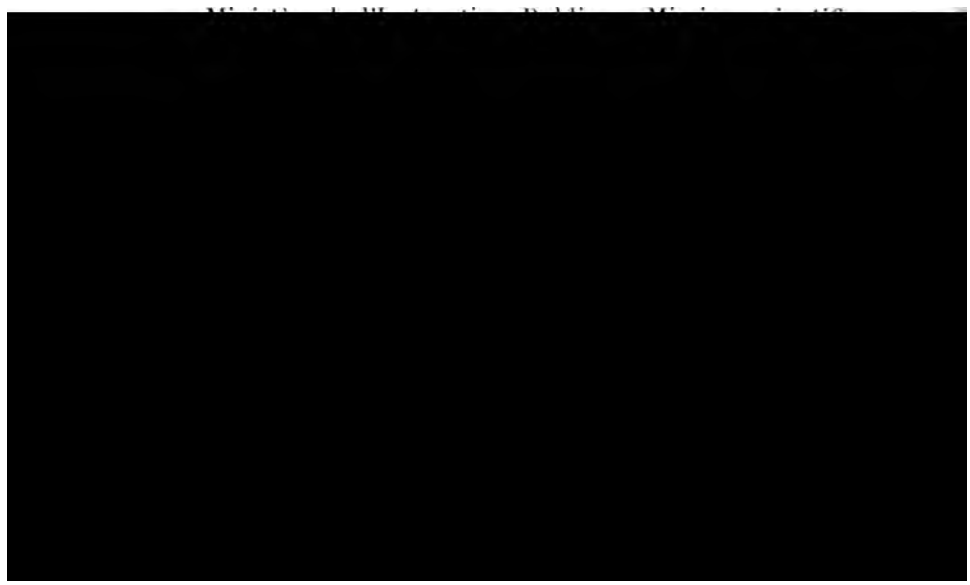
— Association Française pour l'Avancement des Sciences. 21e Session. Pau, 1892. 2 vol. (1893).

— Club Alpin Français. Annuaire. 19e année, 1892 (1893).

— — Bulletin mensuel, 1892, N° 9 ; 1893, N°s 1-8.

— Journal de Conchyliologie, 3e série, T. XXXII (vol. XL), N° 4 ; T. XXXIII (vol. XLI), N°s 1-3.

— Journal des Savants. Novembre-Décembre 1892 ; Janvier-Octobre 1893.



— Services de la Carte Géologique et des Topographies souterraines. Bulletin. T. IV, N°s 29-34 (1892-93); T. V, N° 36 (1893-94).

— — Carte Géologique détaillée de la France. 1 : 80.000. Feuilles N°s 45 (Falaise), 85 (Épinal), 86 (Colmar), 130 (La Roche-sur Yon), 141 (Fontenay), 144 (Aiguraude), 147 (Charolles), 158 (Roanne), 186 (Le Puy), 223 (Forcalquier). 10 ff. avec notices, 1893.

— — Carte Géologique générale. 1 : 320.000. Feuille N° 13 (Paris), 1893.

— — Gîtes Minéraux de la France. Bassin Houiller et Permien d'Autun et d'Épinac. Fascicule IV, Flore fossile, 2e partie, atlas (par B. Renault). In-4°, 1893.

— Service hydrométrique du Bassin de la Seine. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1891. *Idem* pendant l'année 1892. 2 fasc. in-8° et 2 atlas in-folio.

— Société d'Anthropologie de Paris. Bulletin. 4e série, T. III, N°s 3-4 (1892); T. IV, N°s 1-10 (1893).

— — Mémoires. 2e série, T. IV, N° 4; 3e série, T. I, N° 1.

— Société Botanique de France. T. XXXIX (1892) : Comptes Rendus des Séances, N°s 5-6; Session extraordinaire, N° 1-2; Bibliographie, C-D. T. XL (1893) : Comptes Rendus des Séances, N°s 1-3; Session extraordinaire, N° 1; Bibliographie, A-B.

— Société de Géographie. Bulletin. Année 1892, 4e trimestre; Année 1893, 1er et 2e trimestres.

— — Comptes-Rendus des Séances : 1892, N° 17-18; 1893, N° 1-16.

— Société française de Minéralogie. Bulletin. T. XV, N°s 8-9 (1892); T. XVI, N°s 1-6 (1893).

— Société Philomathique de Paris. Bulletin, 8e série, T. IV (1891-92).

— Société Zoologique de France. Bulletin. T. XVII, N°s 8-10 (1892).

— — Mémoires. T. V, N° 3 (1892).

— Statistique de l'Industrie Minérale en France et en Algérie pour 1891. 1 vol. in-4°.

ALGER. — Service de la Carte Geologique de l'Algérie. Carte géologique de l'Algérie, publiée sous la direction de MM. Pomel et Pouyanne. 2e édition. 4 ff. au 1.800.000 avec 1 vol. de texte explicatif (In-4°) Alger, 1890.

AMIENS. — Société Linnéenne du Nord de la France. **Bulletin** mensuel. N°s 241-256 (1892-1893).

AUTUN. — Société d'Histoire Naturelle d'Autun. **Bulletin** V, 1892.

AUXERRE. — Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. T. 46 (3e série, T. 16), 1892.

AVIGNON. — Académie de Vaucluse. Mémoires. T. XI, N° 4 (1892); T. XII, N° 2 (1893); Statuts.

BELFORT. — Société belfortaine d'Emulation. Bulletin, N° 12 (1893).

BÉZIERS. — Société d'Etude des Sciences Naturelles. Comptes-rendus. T. XV (1892).

BORDEAUX. — Société Linnéenne de Bordeaux. Actes T. XLV (5e série, T. V) 1891.

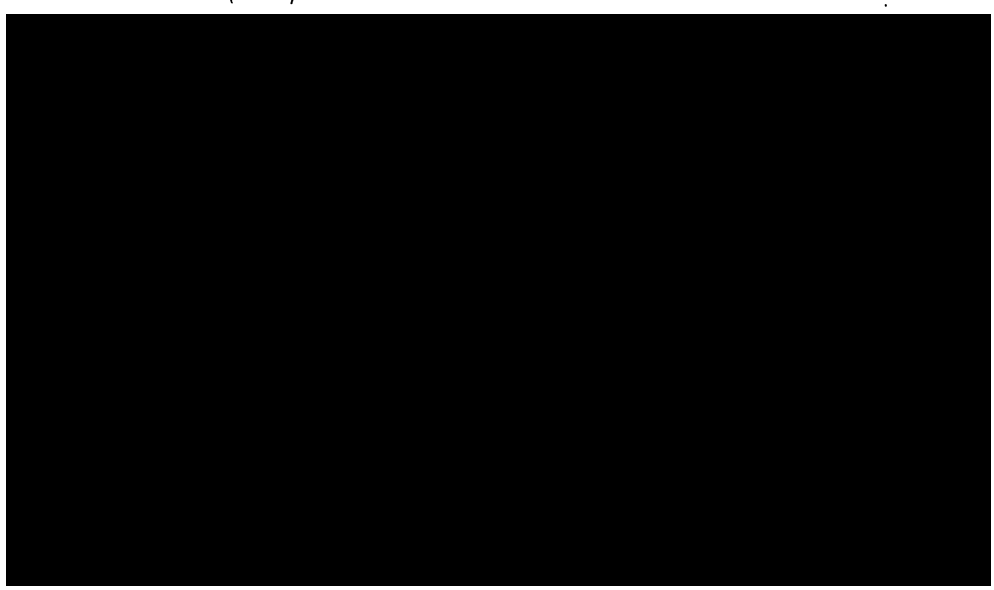
CAEN. — Société Linnéenne de Normandie. Bulletin. 4e série. T. VI, N°s 3-4 (1892); T. VII, N°s 1-2 (1893).

— — Mémoires. T. XVII (2e série, T. I), N°s 1-3 (1892-93).

— Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen. Bulletin. 2e année, N° 3 (1893); et Supplément (in-4°).

CARCASSONNE. — Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude. Bulletin. T. IV (1892).

CHAMBÉRY. — Société d'Histoire Naturelle de Savoie. Bulletin. T. VI (1892).



La Rochelle. — Société des Sciences Naturelles de la Charente-Inférieure. Annales de 1891. N° 28.

Le Mans. — Le monde des Plantes. T. II, N°s 16 17, 19-24 (1893).

Lille. — Société Géologique du Nord. Annales XX, N° 4 (1892); XXI, N°s 1-3 (1893).

Lyon. — Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon. Archives. T. V. (1893).

— Société d'Agriculture, Histoire Naturelle et Arts Utiles de Lyon. Annales. 6e série, T. III-V (1890 1892).

— Société d'Anthropologie de Lyon. Bulletin. T. XI (1892).

Moulins. — Revue Scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France. 6e année, N°s 1, 3, 5 12 (1893).

Nancy. — Académie de Stanislas. Mémoires. 5e série, T. X (1892).

Nantes. — Société des Sciences Naturelles de l'Ouest, T. III. N° 1 (1893).

Pau. — Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de l'Adour. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1889 ; *Idem* 1890. 2 fascicules in 8° et 2 atlas in f°.

Rouen. — Extrait des procès-verbaux du Comité de Géologie. Recueillis par M. R. *Fortin*, secrétaire. Années 1884 et 1888 91. 5 fascicules in 8°.

— Excursions publiques de la Société des Amis des Sciences Naturelles de Rouen. Géologie, par R. *Fortin*. 1891. In 8°. Comptes-rendus.

Saint-Etienne. — Société de l'Industrie Minérale. Comptes-rendus mensuels. Décembre 1892 ; 1893, Janvier Septembre, Novembre.

— — Bulletin. 3e série, T. VI, N° 3 4 (avec 2 atlas in folio) 1892 ; T. VII, n°s 1-2 (avec 2 atlas in-folio) 1893.)

Troyes. — Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles Lettres du département de l'Aube. Mémoires, 3e série. T. XXIX. 1892.

Valenciennes. — Revue de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes. T. XLII. N° 12, et Tables (1892).

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Société Industrielle de Mulhouse. Bulletin. 1892 : Décembre ; 1893 : Janvier-Novembre.

— — Programme des Prix pour 1893 ; *Idem* pour 1894.

Strasbourg. — Abhandlungen zur Geologischen Special-Karte von Elsass-Lothringen. T. V, N° 2 (1893).

— Mittheilungen der Geologischen Landesanstalt von Elsass-Lothringen. T. IV, N° 2 (1893).

Allemagne. — Berlin. — Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. T. XLIV, N°s 3-4 (1892) ; XLV, N°s 1-2 (1893).

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Verhandlungen. T. XIX. N°s 9-10 (1892) ; XX, N°s 1-7 (1893).

— — Zeitschrift. T. XXVII, N°s 4-6 (1892) ; XXVIII, N°s 1-3 (1893).

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte. 1892. N°s XLI-LV et Tables ; 1893, N^{os} I-XXXVIII.

— K. Preussische Geologische Landesanstalt. Abhandlungen. T. X, N° 4 ; Neue Folge. N°s 6-8, 13 (3 fasc. et 1 carte géol.). 1892.

Bonn. — Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westfalens und der Reg.-Bezirks Osnabrück. Verhandlungen. Jahrg. 49, 2er Theil (1892) ; Jahrg. 50, 1er Theil (1893).

Breslau. — Schlesiche Gesellschaft für vaterländische Cultur. 70. Jahresbericht. 1892.

— — Ergänzungsheft : Literatur der Landes und Volkskunde

HAMBURG. — Abhandlungen aus den Naturwissenschaften, herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg. T. XII, N° 1 (en 2 parties), 1892.

LEIPZIG. — Verein für Erdkunde zu Leipzig. Mittheilungen, 1892.

STUTTGART. — Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrgang 49 (1893).

— Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1893, T. I et II (6 fasc.); 1894, T. I, N° 1; Beilage Band, T. VIII, N°s 1-3 (1892-93).

Autriche-Hongrie. — BUDA-PEST. — Földtani Közlöny. T. XXII, N°s 5-12 (1892); XXIII, N°s 1-8 (1893).

— Ungarische Geologische Anstalt. Jahrbuch für 1891.

— — Mittheilungen (Édition allemande, T. X, N°s 1-4; édition hongroise, T. X, N°s 2-3), 1892-1893.

— — Katalog der Bibliothek der K. Ungar. Geologischen Anstalt, Dritter Nachtrag, 1889-1891.

— — Erläuterungen zur Geologischen Special-Karte. Bl. Korosmezö und Bogdan; Nagy Karoly und Akos (1893).

CRACOVIE. — Académie des Sciences. Bulletin International. Compte-Rendu des Séances : 1892. Décembre; 1893 : Janvier Mai, Juillet. Octobre.

— — Rozprawy Akademii Umiejetnósci. Serya II, Tom II (1892); IV et V (1893).

— Spruwozdanie Komisyi fizyograficznej... T. XXVII (1892).

VIENNE. — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch. T. XL, N° 4 (1892); XLI, N°s 1-3 (1893).

— K. Akademie der Wissenschaften. Sitzungsberichte. Abtheilung I : T. C, N°s 8-9, 1891; CI, N°s 1-10 (1892). Abtheilung II a : T. C, N°s 8-10 (1891). CI, N°s 1-10 (1892). Abtheilung II b : T. C, N°s 8-10 (1891); CI, N°s 1-10 (1892).

— — Denkschriften, T. LIX (1892).

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen. T. VII, N°s 3-4 (1892); VIII, N° 1, (1893).

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Jahrbuch. T. XLII, Nos 2-4 (1892); XLIII, N° 1 (1893).

— — Verhandlungen. 1892, Nos 11-18; 1893, Nos 1-10.

Belgique. — Bruxelles. — Académie Royale de Belgique. Mémoires. T. 48 (1892) et 49 (1893); 50, 1re partie (1891). Mémoires couronnés, T. LII (1893).

— Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Bulletin. T. V, N° 2 (1891); VI, Nos 1-2, (1892); VII, N° 1 (1893).

— Société Malacologique de Belgique. Annales, T. XXVI (1891); Procès-verbaux, 1891, Tome XX, Nos 7-12; 1892, Tome XXI, Nos 1-9.

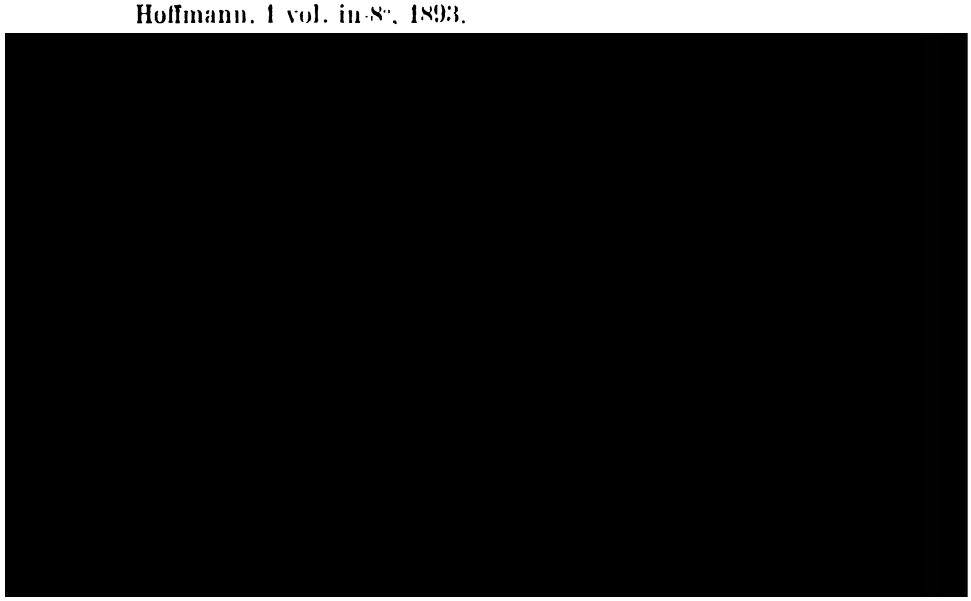
Liège. — Société Géologique de Belgique. Annales. T. XVIII, N° 3, (1891-92); XIX, Nos 3-4 (1891-92).

Canada. — Hamilton. — Hamilton Association. Journal and Proceedings. Number IX. Session 1892-93.

Montréal. — Royal Society of Canada. Transactions, vol. IX, X (1891-1892).

— The Canadian Naturalist. Summary of the Original Articles which have appeared in the Canadian Naturalist (1st and 2d Series, 1856-1882) in-8°, 26 p., s. l. n. d.

Ottawa. — Geological Survey of Canada. Catalogue of section 1 of the Museum, embracing the Systematic Collection of Minerals and Rocks and specimens illustrative of structural Geology, by G. C. Hoffmann. 1 vol. in-8°, 1893.



Espagne. — MADRID. — Comision del Mapa Geológico de España. Boletin. T. XVIII (1891).

— — Mapa Geologico de España. 1 : 400 000. Feuilles 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 15 (complétant la carte en 16 ff.)

— — Memorias. Descripcion física y geológica de la provincia de Vizcaya, par R. Adan de Yarza. 1 vol. gr. in 8°, 1892.

— Sociedad Española de Historia Natural. Anales. T. XXI, N° 3 (1893) ; XXII, N°s 1-2 (1893).

Etats-Unis. — ALBANY. — New York State Museum. Bulletins. Vol. I, N°s 1-6 ; vol. II, N°s 7-10 (1887-92).

— 44th Annual Report of the Regents of the University, 1890.

— Paleontology of New-York. T. VIII, part 1 (1892).

AUSTIN. — Geological Survey of Texas. Preliminary Report on the Vertebrate Palaeontology of the Llano Estacada, by E. D. Cope. (From 4th Annual Report, 1892).

BERKELEY. — University of California. Department of Geology. Bulletin. T. I, N°s 1 2 (1893).

BOSTON. — Boston Society of Natural History. Memoirs. T. IV, N° 10 (1892.)

— — Proceedings, T. XXV, N°s 3 4 (1891 92).

— American Academy of Arts and Sciences. Memoirs. T. XII, N° I (1893).

— — Proceedings, T. XXVII (1891 92).

CAMBRIDGE. — Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Annual Report, 1891-92.

— — Bulletin. T. XVI, N°s 11 14 (1893) ; XXIII, N°s 4 6 (1892 1893) ; XXIV, N°s 1-7 (1893) ; XXV, N° 1 (1893).

— — Memoirs, T. XIV, N° 3 (1893).

CHICAGO. — The Journal of Geology, T. I, N°s 1-6 (1893).

GRANVILLE. — Denison University. Bulletin of the Scientific Laboratory. T. VII (1892).

HOUGHTON (MICHIGAN). — Michigan Mining School. Report, 1890-92.

MINNEAPOLIS. — Geological and Natural History Survey of Minnesota. 20th Annual Report (1891).

— — Bulletin. N° 8 (1893).

— The American Geologist. T. X, 1892, November-December; XI, 1893, January-June; XII, 1893, July-September.

NEW-HAVEN. — The American Journal of Science. 1893, January-July; September-December.

— Connecticut Academy. Transactions. T. VIII, N° 2; IX, N° 1 (1892).

NEW-YORK. — Academy of Science. Annals. T. VII, N°s 1-5 (1893).

— — Transactions. T. XII (1892-93).

— American Museum of Natural History. Annual Report, 1892.

— — Bulletin. T. IV (1892).

PHILADELPHIE. — Academy of Natural Science. Journal. 2d Series. T. IX, N° 3 (1892).

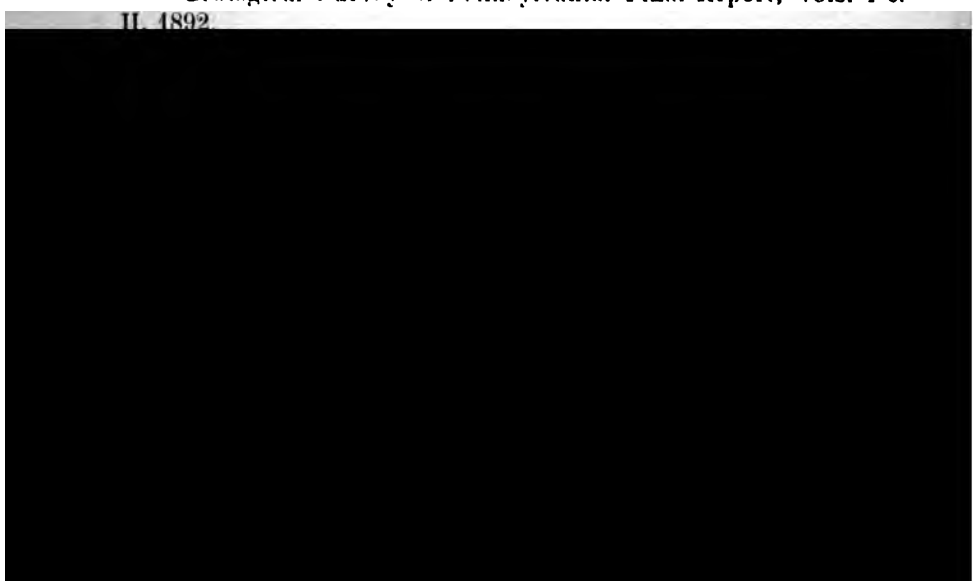
— — Proceedings, 1892, N°s II-III; 1893, N° I.

PHILADELPHIE — American Philosophical Society. Proceedings, N°s 139-141 (1892-93).

— — Transactions, T. XVII, n° 2 (1892); XVIII, N° 1 (1893).

— Commission appointed to investigate the Waste of Coal Mining, with the view to the utilizing of the Waste. Report. In-8°, 1893.

— Geological Survey of Pennsylvania. Final Report, vols. I et II, 1892.



— — The Morse Collection of Japanese Pottery. In-folio. 1887.

— — A Rough subject Index to the Publications of the Essex Institute. In-8°.

— — Charter and By laws of the Essex Institute. In 8°, 1889.

— — Historical Sketch of Salem. In 8°, 1879.

— — Reports of the Annual Meetings, 1890-92 (3 fascicules).

Washington. — National Academy of Science. Memoirs. T. V (1891).

— Smithsonian Institution. Smithsonian Contributions to Knowledge, N°s 842 (1892).

— — Smithsonian Miscellaneous Collections, N°s 665, 844, 851 (3 vol. in-8°), 1893.

— — Report U. S. National Museum, 1890.

— — U. S. Bureau of Ethnology, 7th, and 8th, Annual Reports (1885-86 et 1886-87).

— — — Contributions to North American Ethnology. Volume VII (1890).

— — — Bibliography of Athapascan languages, by J. C. Pilling ; *Idem* of Chinookan languages, by J. C. Pilling (1893).

— U. S. Geological Survey. 11th Annual Report (2 vol.), 1889-90.

— — Bulletins N°s 82-86, 90-96 (1891-1892).

— — Mineral Resources for 1891.

— — Monographs XVII, XVIII, XX et atlas (1892).

Grande-Bretagne. — Dublin. — Royal Irish Academy. Proceedings, 3^d^ Series, T. II, N°s 3-5.

— — Transactions, T. XXX, N°s 1-4.

— The Irish Naturalist. T. I, N° 5.

Edimbourg. — Geological Society of Edinburgh. Transactions, T. VI, N° 3 (1893).

— — Roll. 1893.

— Royal Physical Society of Edinburgh. Proceedings, 1891-92.

— Royal Society of Edinburgh. Proceedings, T. XVIII (1890-91).

— — Transactions. T. XXXVI, Nos 2-3.

— British Association for the Advancement of Science. Edinburgh, 1892.

LONDRES. — Geologists' Association. Proceedings. T. XII, Table (1892); XIII, Nos 1-5 (1893).

— — Excursions 1892-93.

— The Geological Magazine, 1893. January-December (12 Nos).

— Geological Society of London. Proceedings, Nos 598-614.

— — Quarterly Journal. T. XLIX, Nos 1-4 (1893).

— Royal Society. Philosophical Transactions, T. 183 (A-B) 1892.

— — Proceedings, Nos 317-327.

NEWCASTLE. — Institute of the North of England Mining and Mechanical Engineers. Annual Report, 1891-92; 1892-93.

— — Transactions. T. XLI, No 6; XLII, Nos 1-4; XLIII, No 1 (1893).

Indes Anglaises. — CALCUTTA. — Geological Survey of India. Records, T. XXVI (1893), Nos 1-3.

Indes Orientales Néerlandaises. — Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch-Oost-Indië. 1892, Techn. en Administr. IIde ged.; 1893, 1 vol. et atlas in-folio.

— Natuurkundige Tijdschrift. T. LII (1893).

Italie. — FLORENCE. — Bolletino delle Pubblicazioni Italiane.

— — Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. T. VIII. (In-8°). 1893.

— — Memorie per servire alla descrizione della Carta Geologica. T. IV, n° 2 (In 4°). 1893.

— R. Accademia dei Lincei. Atti. Rendiconti 1892, vol. I, n° 11 (1° Semestre); vol. I (2° Semestre); 1893, vol. II (1° Semestre); vol. II, nos 1-10 (2° Semestre).

— — Rendiconto dell' Adunanza solenne del 4 Giugno 1893. In-4°.

— Rassegna delle Scienze Geologiche in Italia. T. II, nos 1-3 (1892).

— Societa Geologica Italiana. Bolletino. T, X, n° 4 (1890); XI, n° 1 (1892); XII, nos 1 2 (1893).

Turin. — Accademia delle Scienze. Atti. T. XXVIII, Nos 1-15 (1892-1893).

— — Memorie. T. XLII (1892).

— — Osservazioni meteorologiche, 1892.

Japon. — Tokio. — Journal of the College of Science, Imperial University, Tokio. T. V, Nos 3-4 (1893) ; VI, Nos 1-3 (1893) ; VII, N° 2 (1893).

— — Imperial Geological Survey of Japan. Catalogue of Articles Exhibited at the World's Columbian Exposition. In-8°, Tokyo, 1893.

Luxembourg. — Institut Grand-Ducal. Publications. T. XXII (1893).

Mexique. — Mexico. — Sociedad Scientifica Antonio Alzate. Memorias, T. VI, Nos 3-12 (1892-93) ; VII, Nos 1-2 (1893-94).

— La Naturaleza. 2a Ser., T. I, Nos 1-10 (1887-91 ; II, Nos 1-4 (1891-92).

— Comision Geologica Mexicana. Carta Minera de la Republica Mexicana. [2e éd. 4 ff. 1 : 2.000.000 (1893).

— — Bosquejo de una Carta geologica de la Republica Mexicana [2e éd.] reformada con nuevos datos en 1891-1893. 1 f. 1 : 10.000.000.

— — Carta de los Meteoritos de Mexico. 1 f.

— — Vista e corte del geyser llamado Cuescomate, 1 f.

— — Plano geologico y petrografico de la Cuenca de Mexico. Region S. W. 1 f. 1 : 200.000 (1893).

— — Plano Geologico Minero del Real de S. Antonio y el Triumfo de la Baja California. 1 f. (1889).

— — Plano Geologico de las Minas de Fierro de la Ferra de la Encarnacion y del Distº Minero de S. Jose del Oro. 1 f. (1893).

— — Plano Geologico del Peñon de los Baños. 1 f. 1:4000 (1887-1893).

— — Cortes Geologicos de pozos artesianos abiertos en la gran cuenca de Mexico. 2 ff. (1893).

Norwège. — CHRISTIANIA. — Norges Geologiske Undersögelse. Nos 7-9, 3 fasc. in 8º, 1892 93.

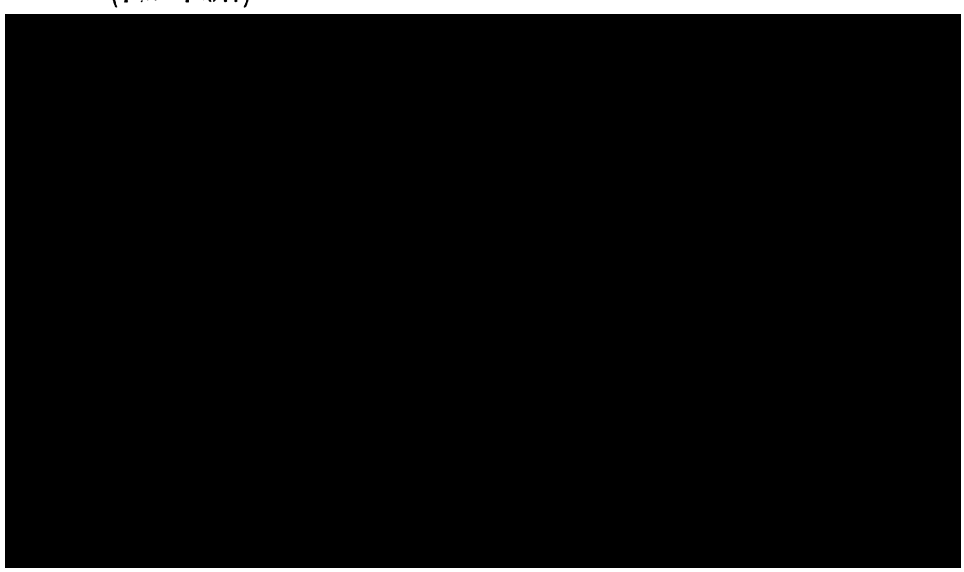
— — Rektangelkarter (1:100.000.) Selbu. 1 f.

— — Geologiske Karte over Tromsö Amt. 1: 400.000. 1 f. (par K. Petersen).

— Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. T. XXXIII, Nos 3 5 (1892); XXXIV, Nos 1-2 (1893).

Nouvelle-Galles du Sud. — SYDNEY. — Geological Survey of New South Wales. Records. T. I, N° 1 (1889); II, Nos 1-3 (1890-92); III, Nos 1-3 (1892-93).

— — Memoirs. Palaeontology (in 4°). Nos 1 8 (en 10 fascicules (1888-1891.)



— — Manual of New Zealand Coleoptera, Nos V VII. In-8° (1893).

Pays-Bas. — Haarlem. — Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. T. XXVI, Nos 4 5 ; XXVII, Nos 1-3 (1893).

Portugal. — Lisbonne.— Commissao dos Trabalhos Geologicos. — Communicaçoes, T. II, N° 2 (1892).

Porto. — Sociedade Carlos Ribeiro. Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes. T. II, N° 7 (1892).

République Argentine. — Buenos-Aires. — El Comercio de la Plata, N° 3483 (1892).

Russie. — Helsingfors. — Société de Géographie de Finlande. Fennia, T. 6 8. (1892 93).

Moscou. — Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Bulletin. 1892, Nos 2 4 ; 1893, N° 1.

Saint-Pétersbourg. — Académie des Sciences. Mémoires. T. XXXVIII, Nos 8-14 (1892) ; XL, N° 1 (1892).

— Comité Géologique. Bulletin. T. XI, (1892), N s 1-10 et Supplément (Nikitine, Bibliothèque Géologique de la Russie, 1891) ; XII, Nos 1-2 (1893).

— — Mémoires : T. IV, N° 3 ; IX, N° 2 ; X, N° 2 ; XII, N° 2 (1892-93).

— — Carte géologique de la Russie d'Europe. 1 : 1.520.00 6 ff., avec notice, 1893.

— Société Impériale Minéralogique. Verhandlungen (2e Série). T. XXIX (1892).

— — Materialien zur Geologie Russlands. T. XVI (1893).

— Société des Naturalistes. Géologie. T. XXII, N° 2.

Sibérie. — Irkoutsk. — Société Impériale Géographique de Russie. Section de la Sibérie Orientale. Bulletin. T. XXIII, N° 4 XXIV, N° 2 (en russe), 1893.

— — Die wissenschaftliche Thätigkeit der Section in Jahre 1891. In-8°.

Suède. — Stockholm. — Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, T. XIV (1892).

Upsala. — Geological Institution at the University of Upsala Bulletin. T. I, N° 1 (1892).

Suisse. — Bale. — Société Paléontologique Suisse. Mémoires. T. XVIII, XIX (1891-92).

Berne. — Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. Livraisons VII, 2e Supplément ; XXI, Nos 1 et 2 (avec 1 atlas in-folio), 1893.

— Carte Géologique de la Suisse. 1 : 100.000. Feuille XI, 2e édition (1893).

Coire. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens. 36. Jahresbericht (1891-92).

Genève. — Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. Mémoires. T. XXXI, N° 2 (1892-93).

— Revue Géologique Suisse, par *E. Favre* et *H. Schardt*. T. XXII (1891) ; XXIII (1892).

Lausanne. — Société Géologique Suisse. Eclogæ Geologicæ Helvetiæ. T. III, Nos 3-5 (1892-93.)

— Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin. Nos 109-112 (1892-93).

Zürich. — Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrschrift. T. XXXVII, Nos 3-4 (1892) ; XXXVIII, Nos 1-2 (1893).

Victoria. — Melbourne. — Annual Report of the Secretary for Mines, 1892.

— Report on Victoria Coal-fields, 1892.

— Special Reports : Dunn, On the Bendigo Goldfield.

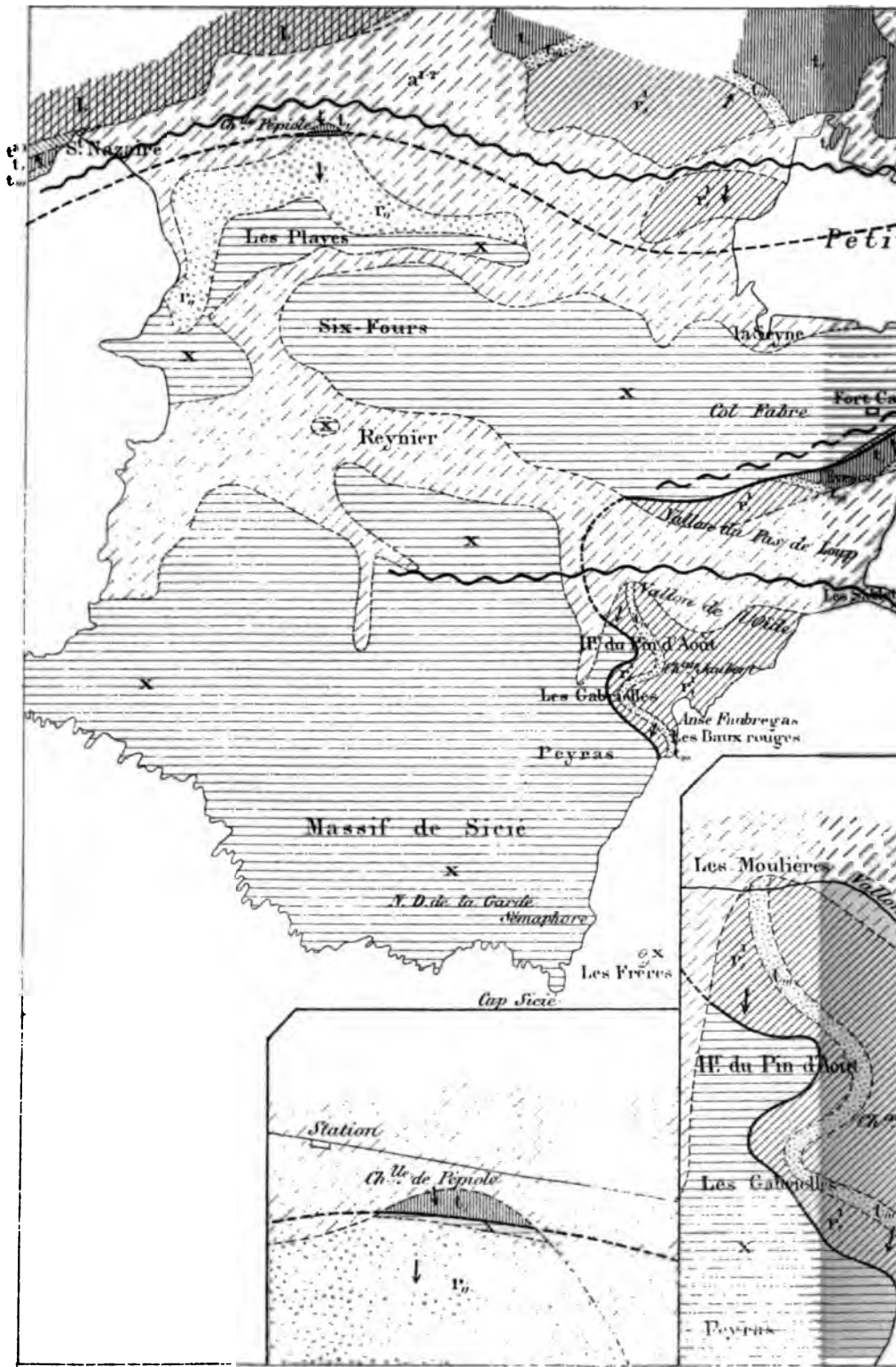
PHOTOGRAPHIES

Jackson (*J.*). — Alpes Maritimes (47 ph.).

— Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans le Velay et dans la Lozère, 1893 (61 ph.).

L'Archiviste-Bibliothécaire,

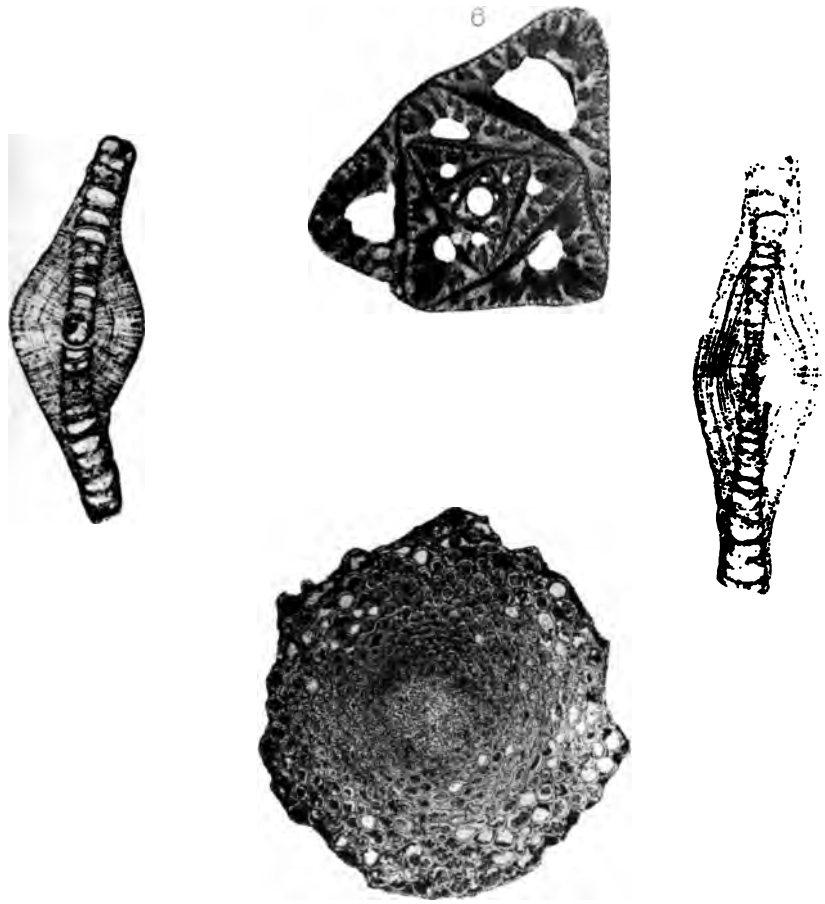
Emm. de MARGERIE



Gravé chez L. Michiels R. de l'Abbé de l'Epée 4

Note de M. C. Schlumberger.

(Séance du 24 avril 1893).



Paris. Berthaud, Pa

Note de M. Sarasin

Bull. Soc. Géol. de France — 3me Série T. XXI. Pl. IV.

(Séance du 15 Mai 1893)

1a

2a

3a

4a

5a

6a

7a

8a

9a

10a

11a

12a

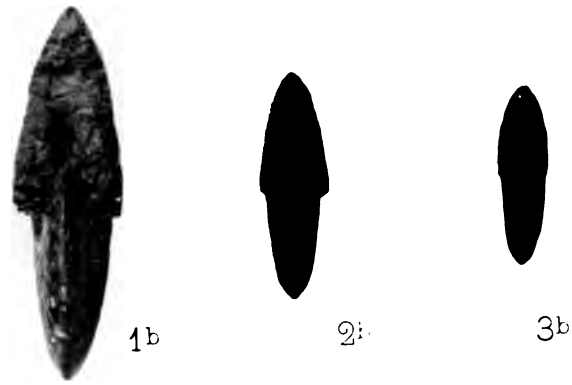
Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

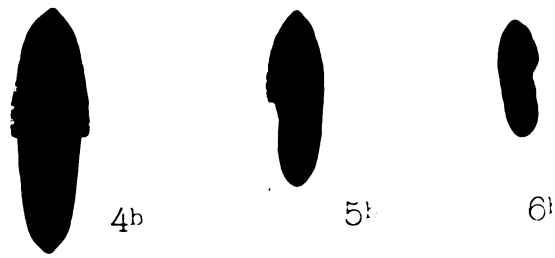
Note de M. Sarasin

Soc. Géol. de France

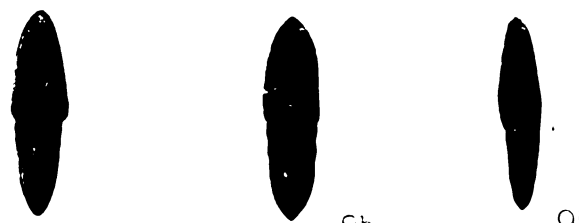
3me Série T. XXI. Pl. V.
(Séance du 15 Mai 1893)



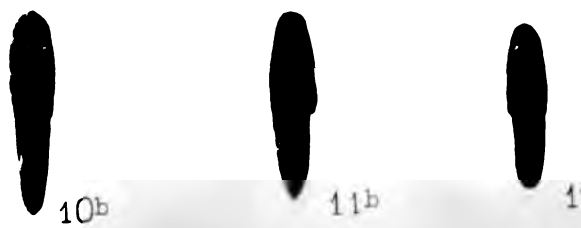
1b 2b 3b



4b 5b 6b



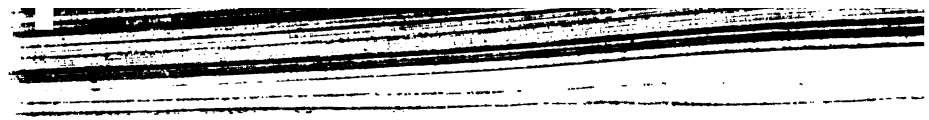
7b 8b 9b



10b 11b 12b

Genres Oppelia et Sonninia

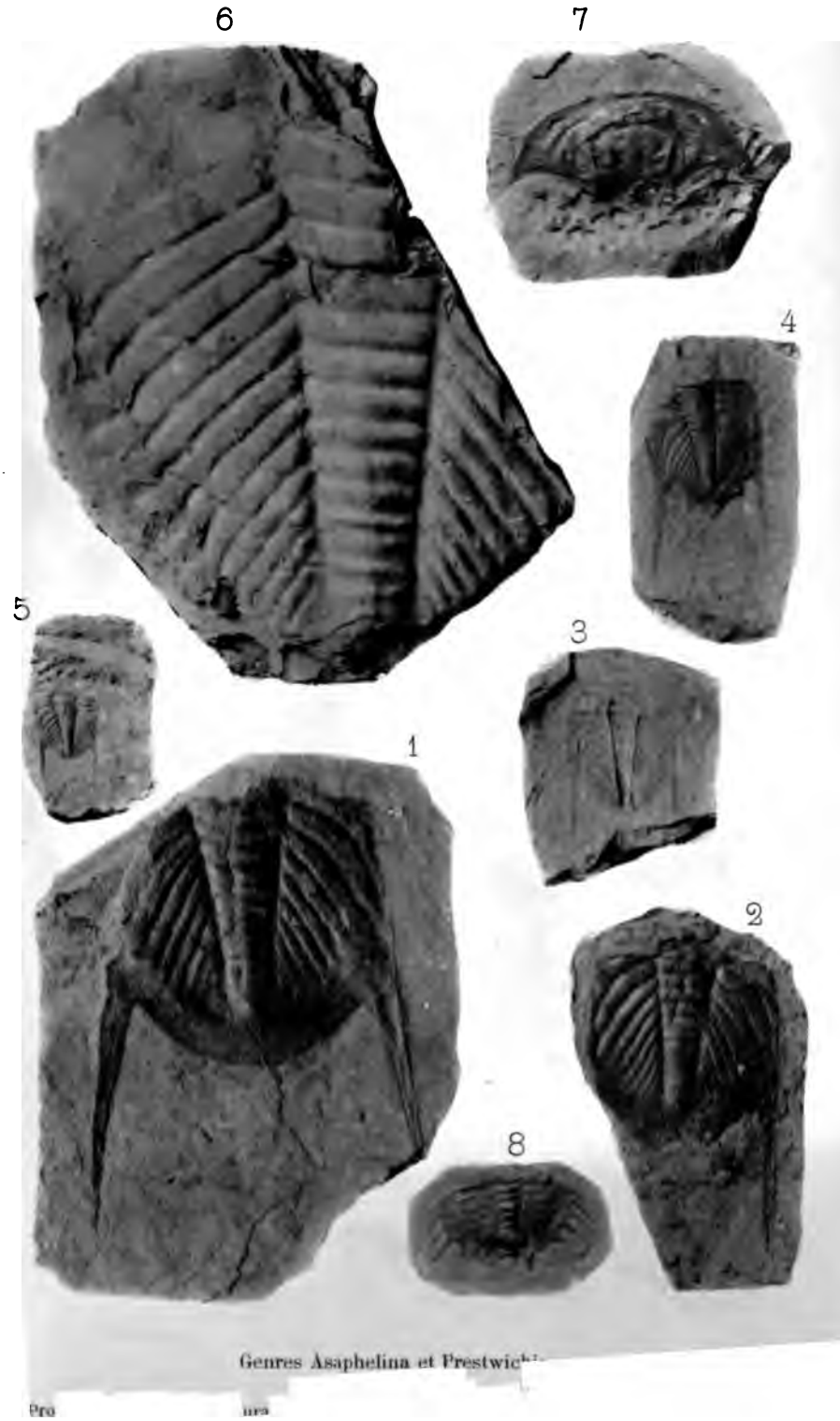
Procédé G. Pilarski, A. Murat et



Note de M. Sarasin

Genres Oppelia et Sonneratia

rocédé G. Pilarski, A. Murat et Cie



Genres Asaphelina et Prestwich

Note de M. Sarasin

Bull. Soc. Géol. de France 3me Série T. XXI. Pl. IV.
(Séance du 15 Mai 1893)

1a

2a

3a

4a

5a

6a

7a

8a

9a

10a

11a

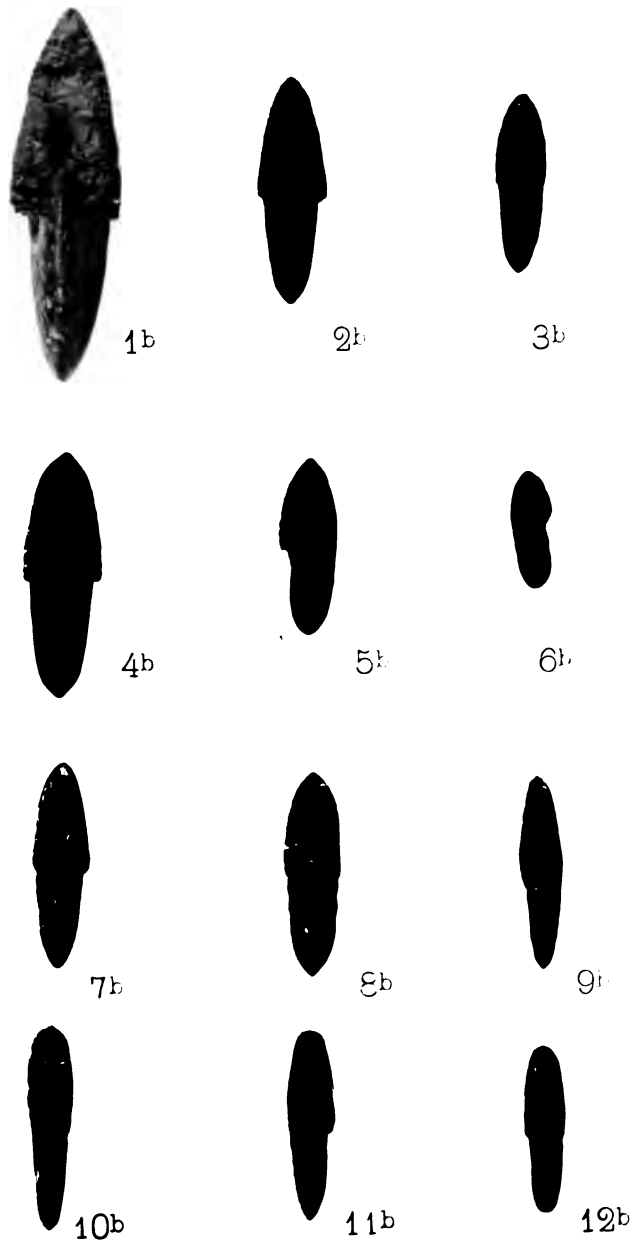
12a

Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

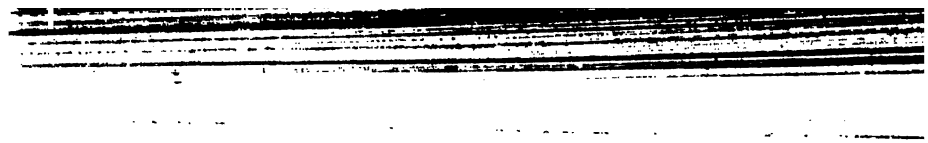
Note de M. Sarasin

Bull. Soc. Géol. de France 3me Série T. XXI. Pl. V.
(Séance du 15 Mai 1893)



Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie



Note de M. Sarasin

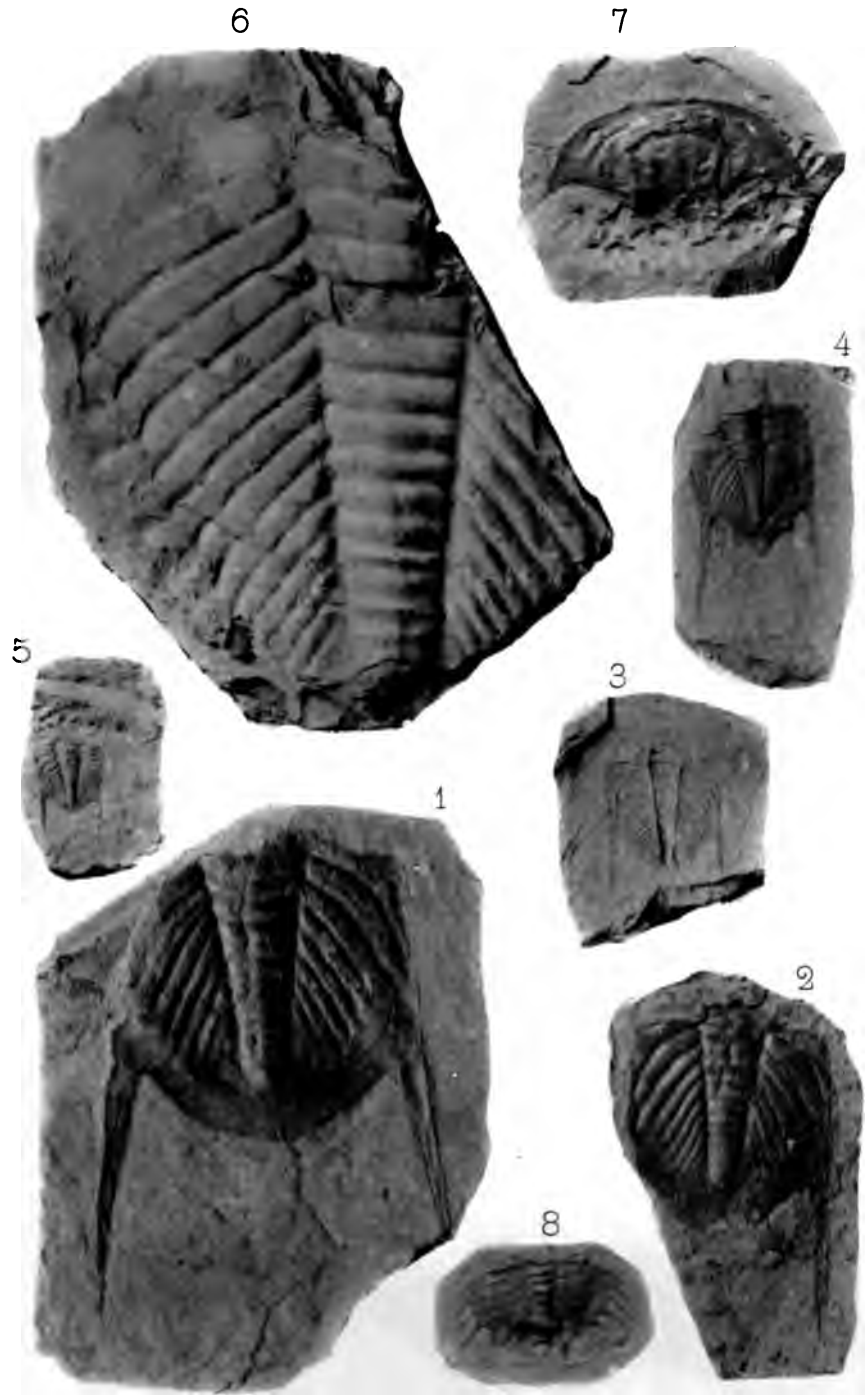
Bull. Soc. Géol. de France 3me Série T. XXI. Pl. VI.
(Séance du 15 Mai 1893)

Genres Oppelia et Sonneratia

Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

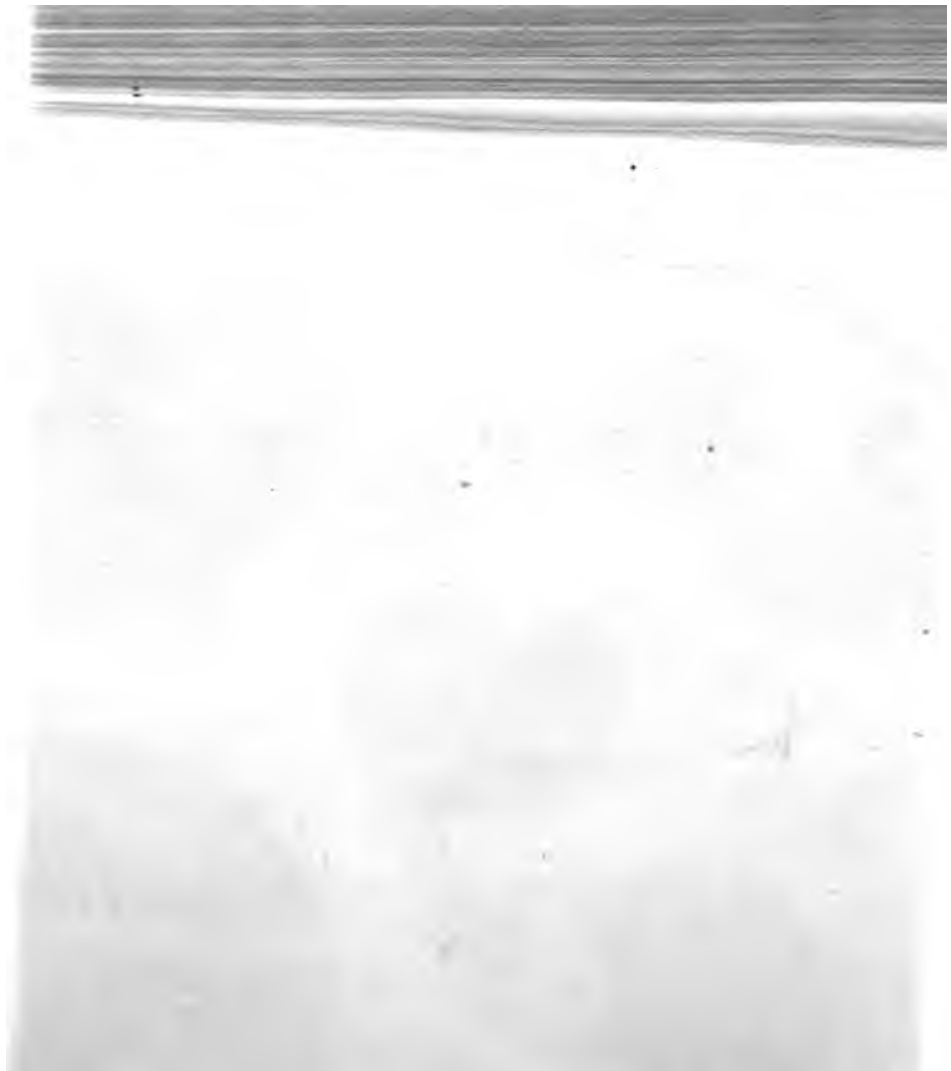
Note de M. F. Bergeron

(Séance du 23 Janvier 1893)



Genres Asaphelina et Prestwichia

Procédé G. Pilarski, A. Murat & Cie Sohier phot.



Note de M. F. Bergeron

Bull. Soc. Géol. de France 3me Série T. XXI. Pl. VIII.
(Séance du 23 Janvier 1893)

2 3

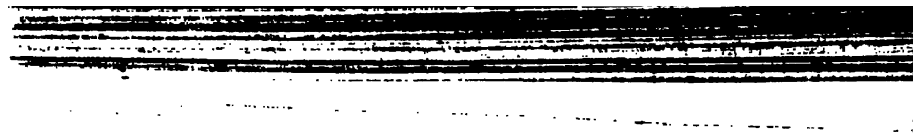
6 4

1

5

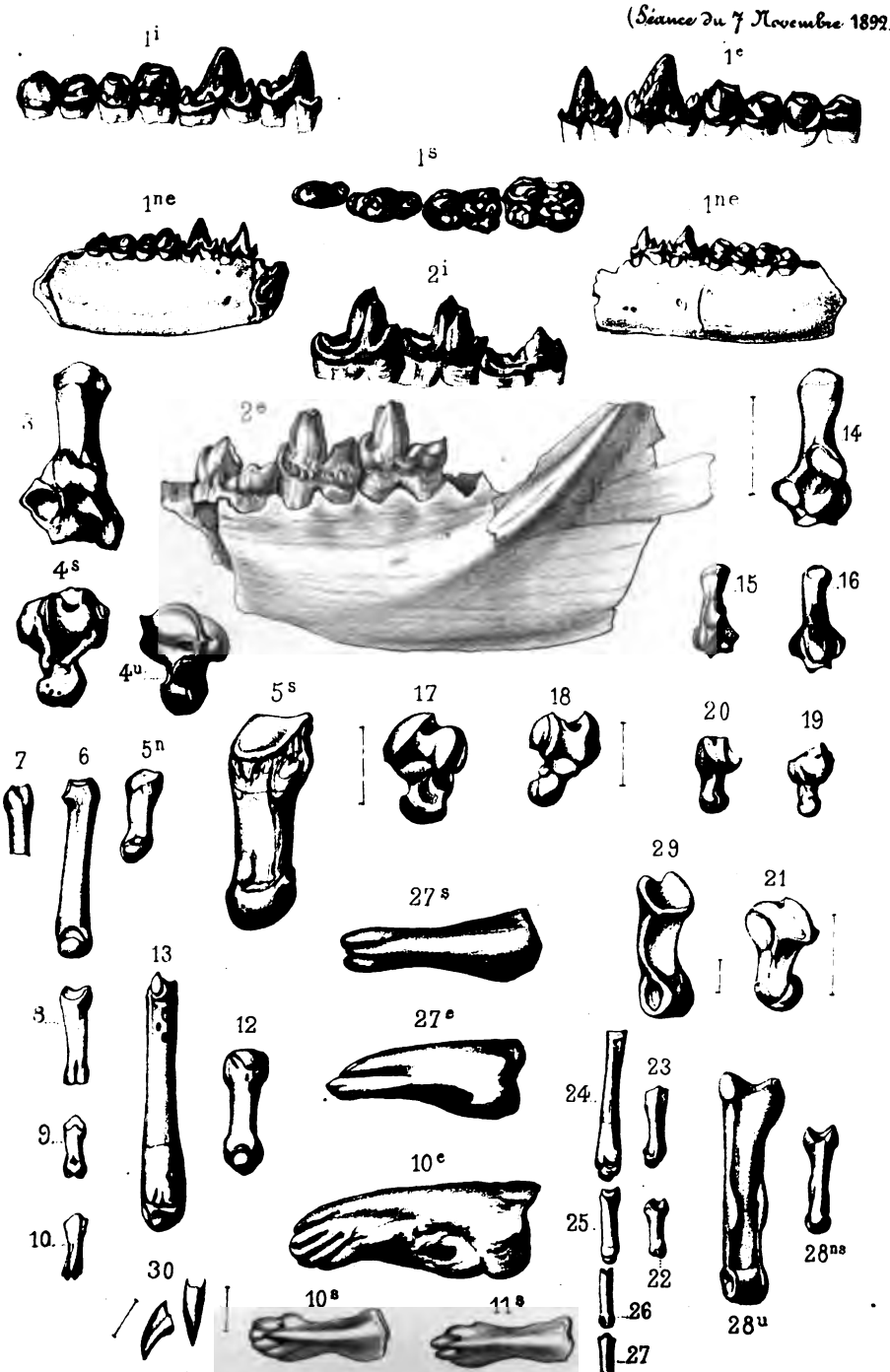
Asaphelina Miqueli

Sohier et Campy, 33, r. Hallé. Paris. Sohier phot.



Note de M. Lemoine.

Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, T. XXI. Pl. IX.
(Séance du 7 Novembre 1892.)

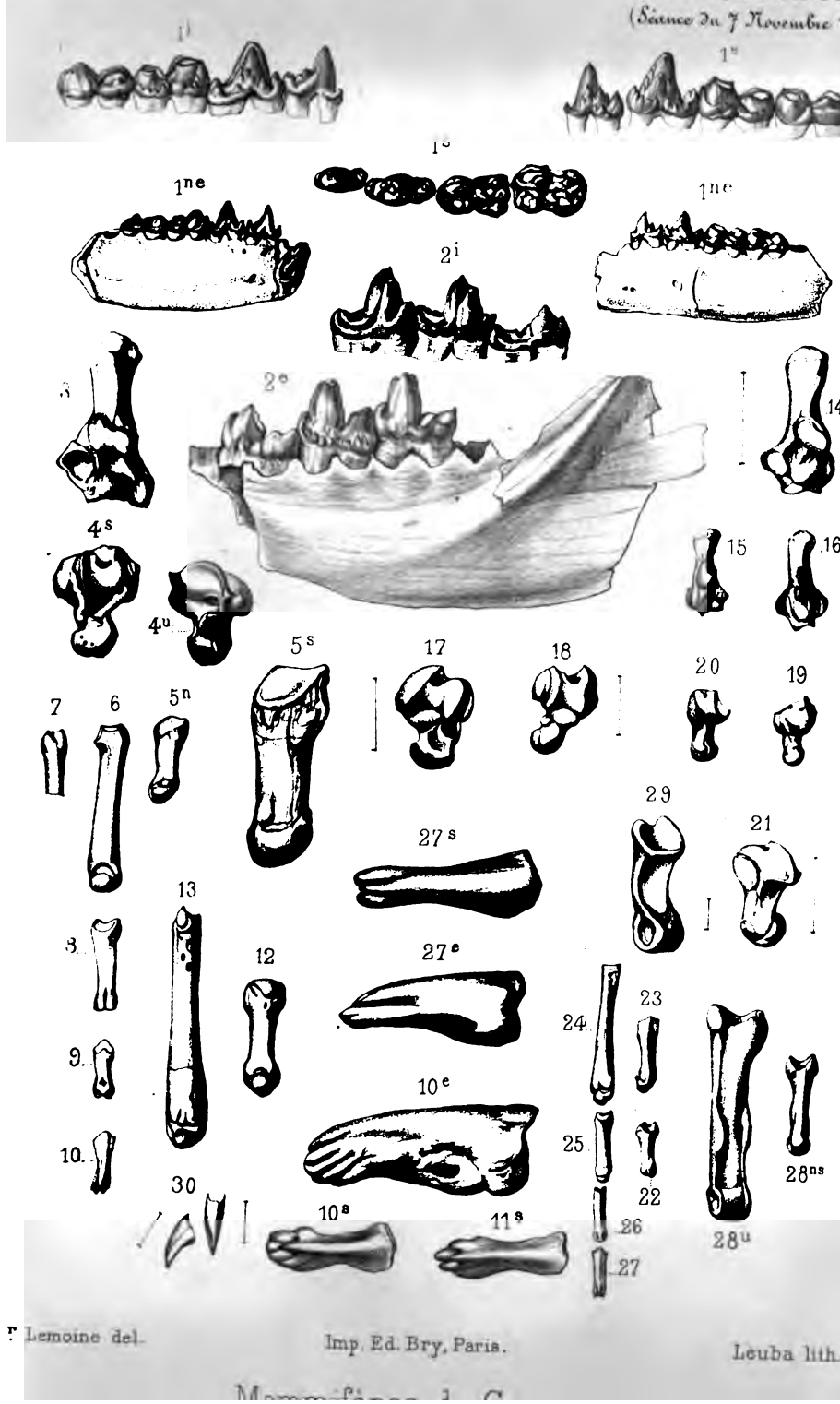


F. Lemoine del. Imp. Ed. Bry, Paris. Leuba lith.

Note de M. Lemoine.

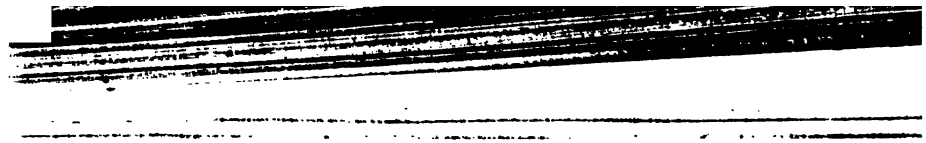
Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, T. XXI. Pl. IX.

(Séance du 7 Novembre 1892.)



Lemoine del. Imp. Ed. Bry, Paris. Leuba lith.

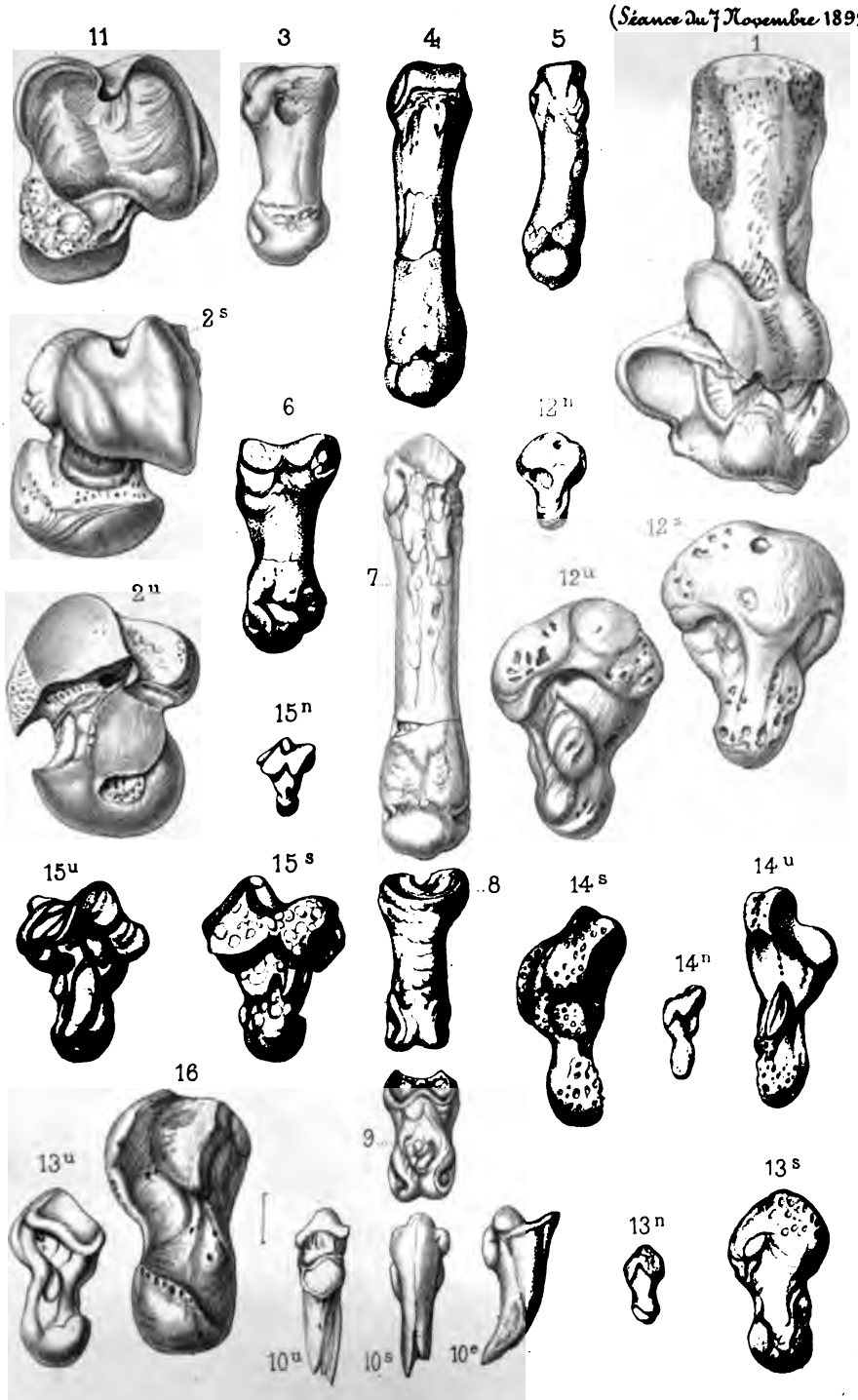
Mammifères [illegible]



Note de M. Lemoine.

Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, T. XXI. Pl. X.

(Séance du 7 Novembre 1892.)



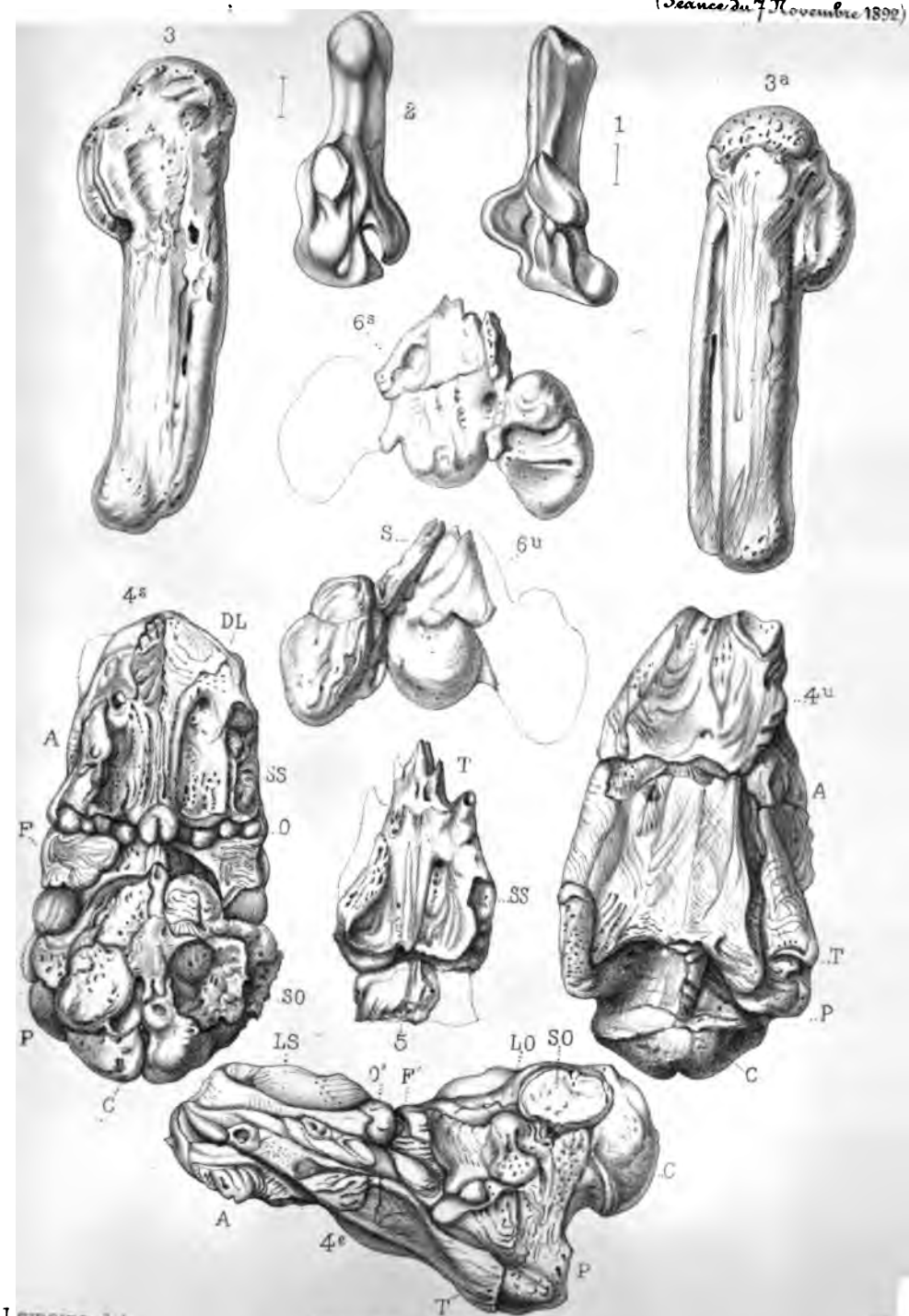
Dr Lemoine del. Imp. Ed. Bry, Paris. Leuba lith.

Mammifères de Cernay.

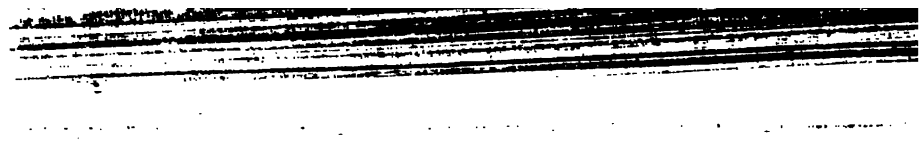
Bull. Soc. Géol. de France.

Note de M. Lemoine.

3e Série, T. XXI. Pl. XI.
(Séance du 7 Novembre 1892)



F. Lemoine del.
Imp. Ed Bry, Paris.
Leuba lith.



Al 12 *Al. modernes.*

Al 11 *Al. anciennes.*

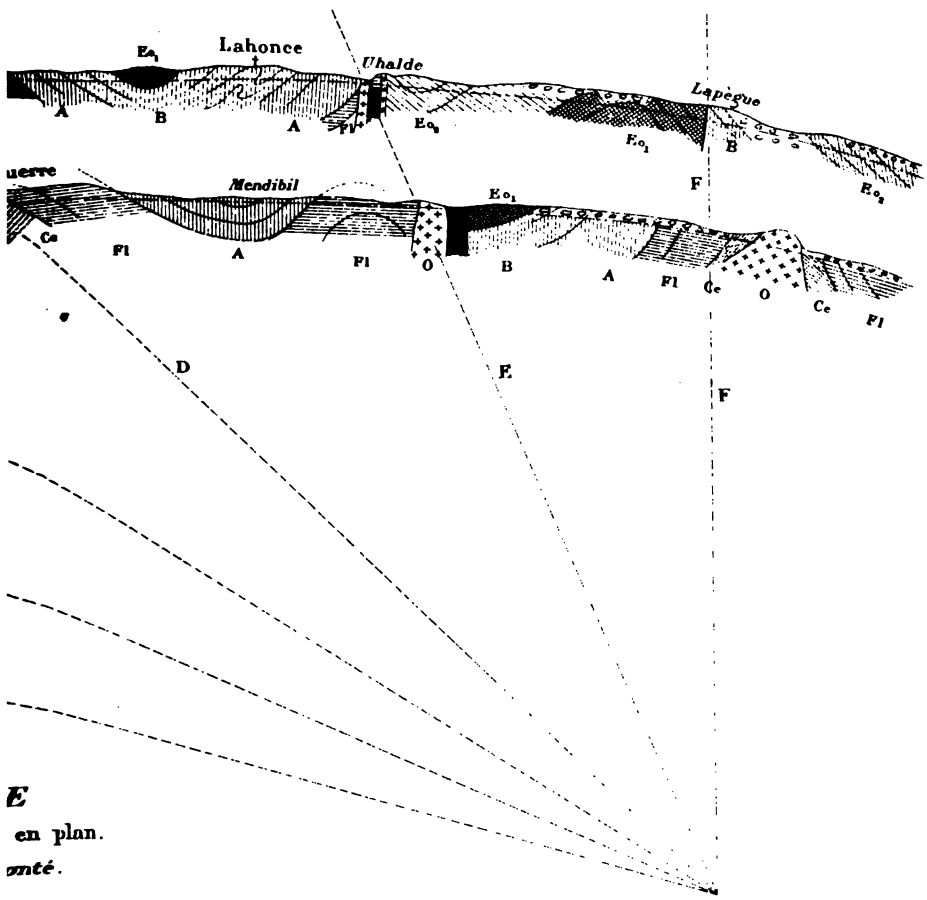
G 10 *Glaises bariolées.*

O 9 *Oph*

Tracés des co

Grave chez L. Wuhrer.

E N° 2



E

en plan.

onté.

Eo1 Eocène inférieur.

B Calcaire rosé.

A Marnes conchoïdes

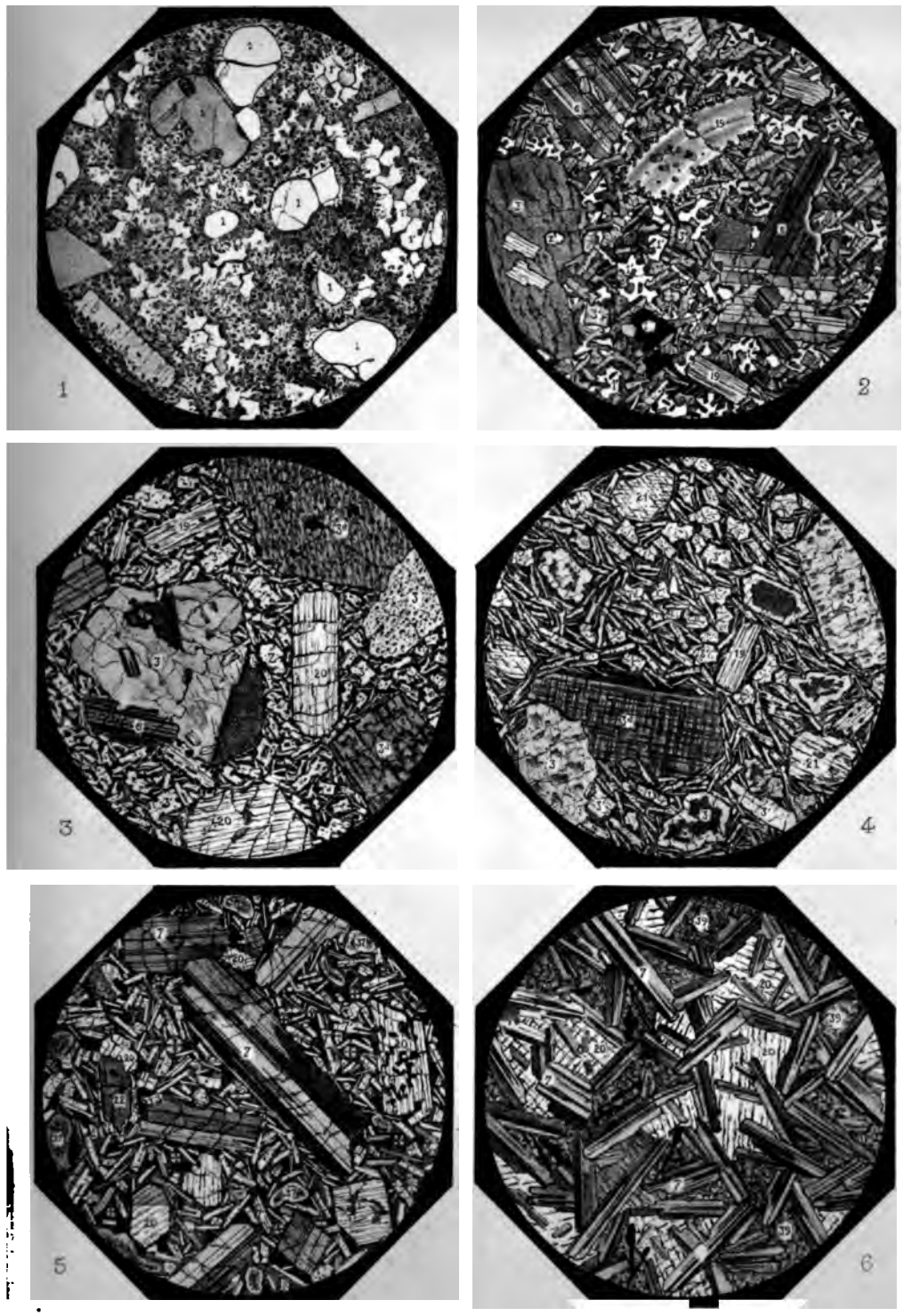
de Bidart.

Fl Flysch à silex.

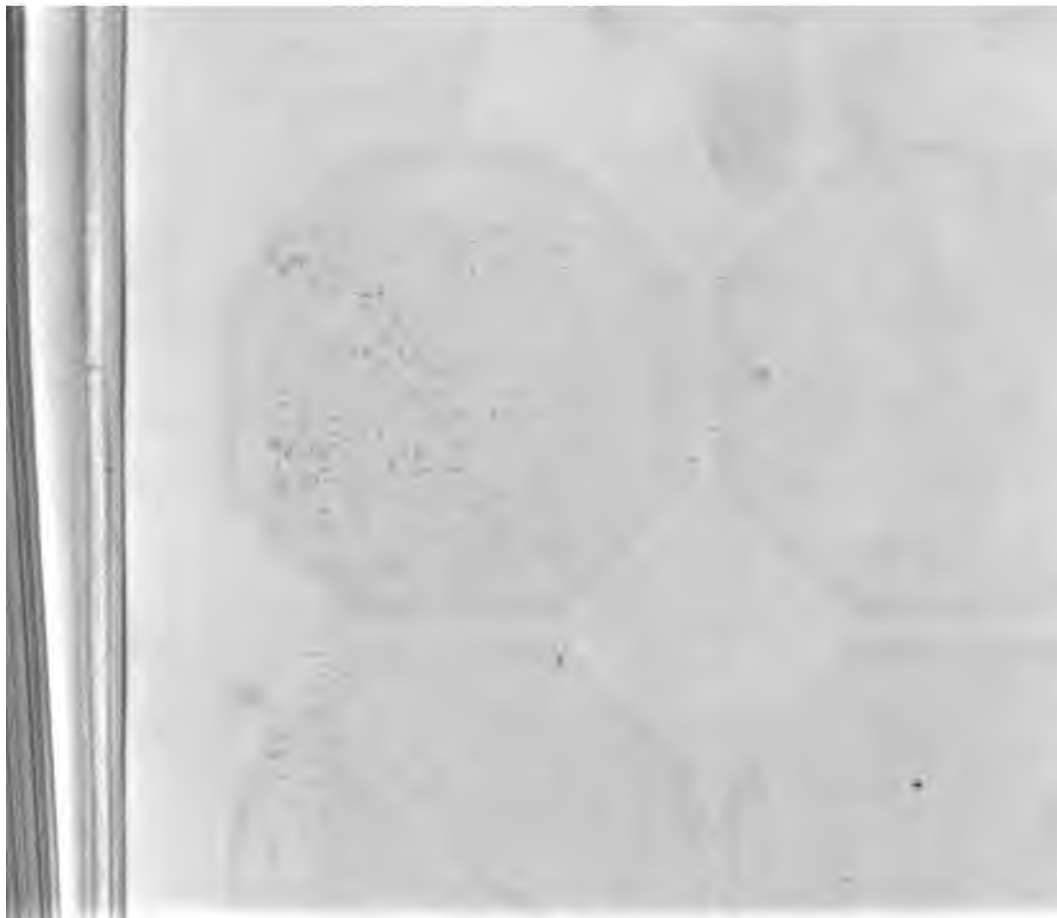
Ce Cénomanien.

U-A Urgo-aptien.

Alignements des épanchements ophitiques.

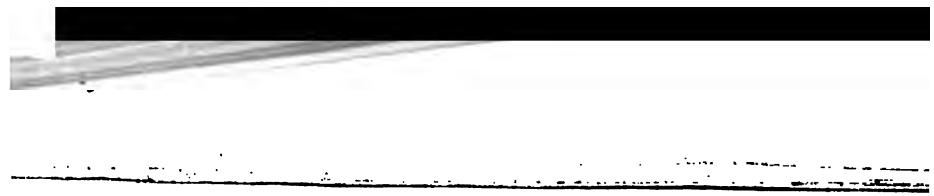


Jacquemin ad. nat. del. et lith. Imp Edouard Bry, Paris.



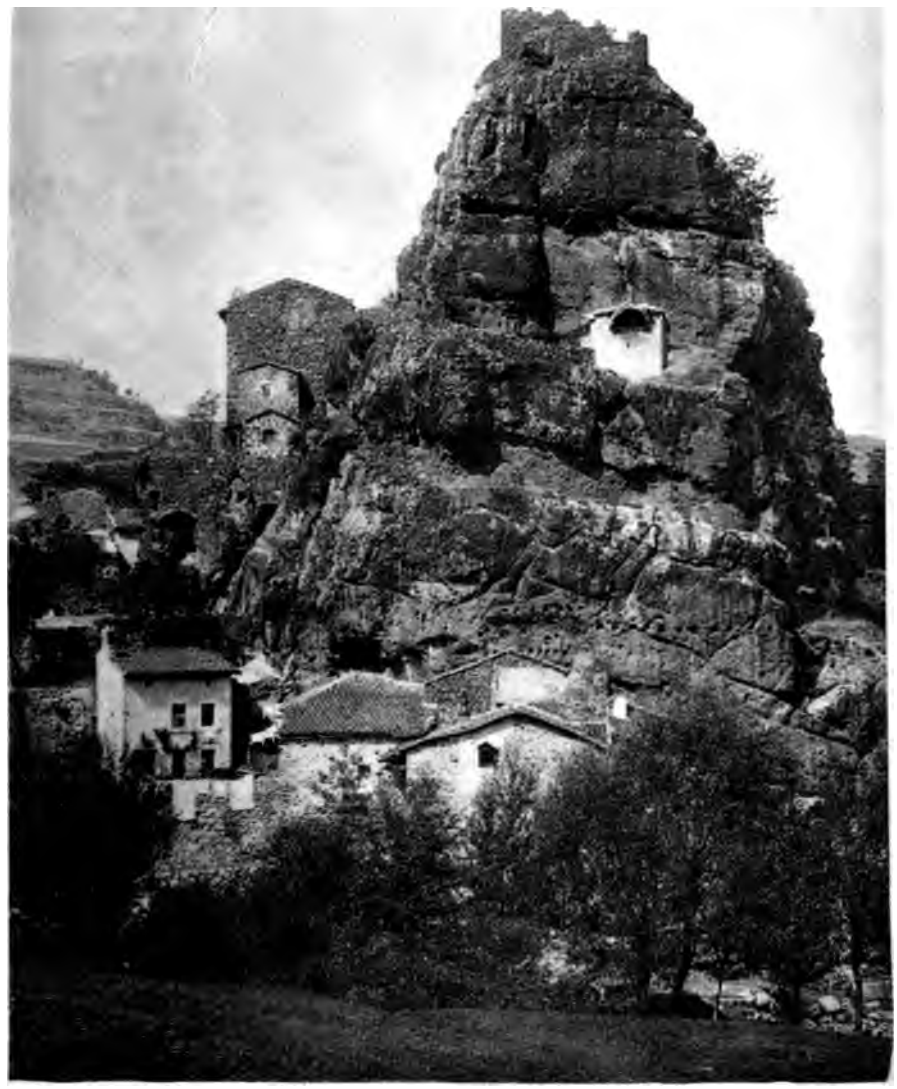
Procédé Dr G. Pilarski Jackson, phot.

Coulée basaltique de la Croix-de-Paille et Orgues d'Espaly



Note de Mr M. Boule

Bull. Soc. Géol. de France 3e Série, T. XXI, Pl. XV



Procédé Dr G. Pilarski

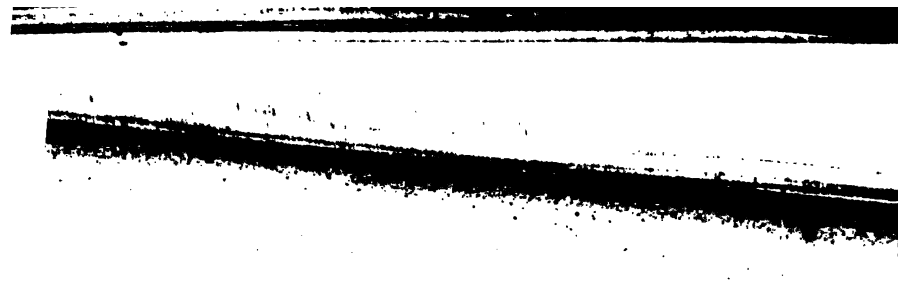
Rocher de Ceyssac

Procédé Dr G. Pilarski Jackson phot.

Rocher de Polignac

Procédé Dr G Pilarski Jackson, phot

Le Mézenc vu de la maison forestière



Procédé Dr G. Pilarski — Jackson phot.

Panorama de la haute vallée de la Saliouse (Cirque des Boutières)

Vue prise de la Croix des Boutières

Fig. 1. Coupe générale, e

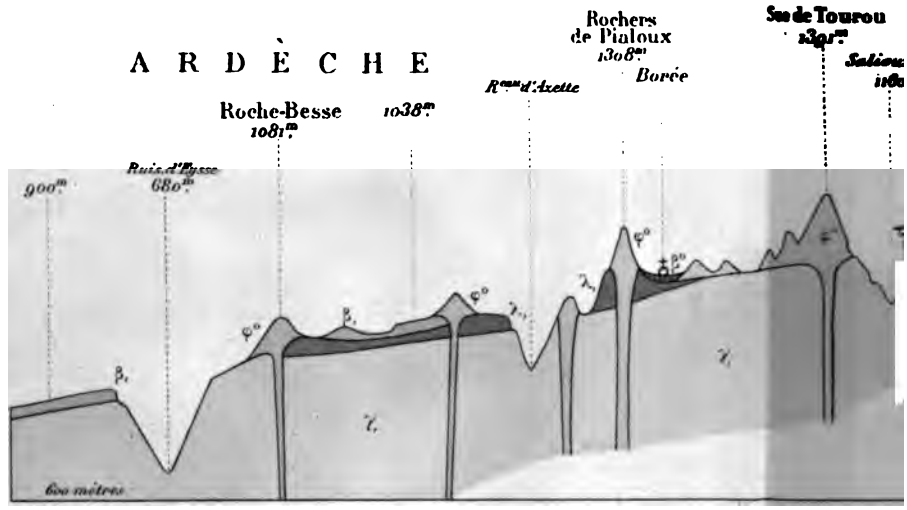
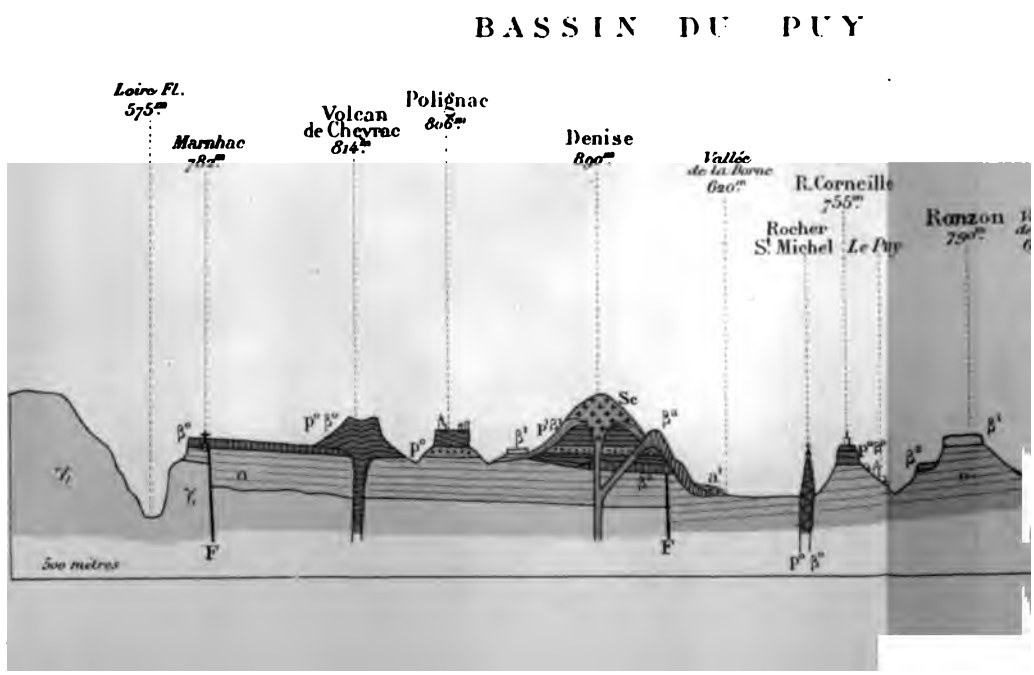
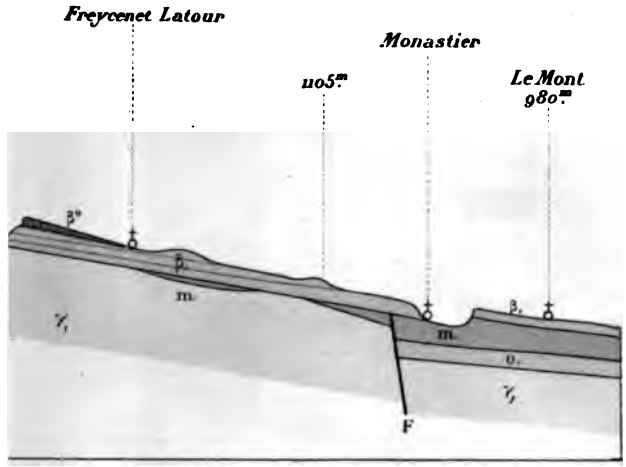


Fig. 2. Coupe générale, en



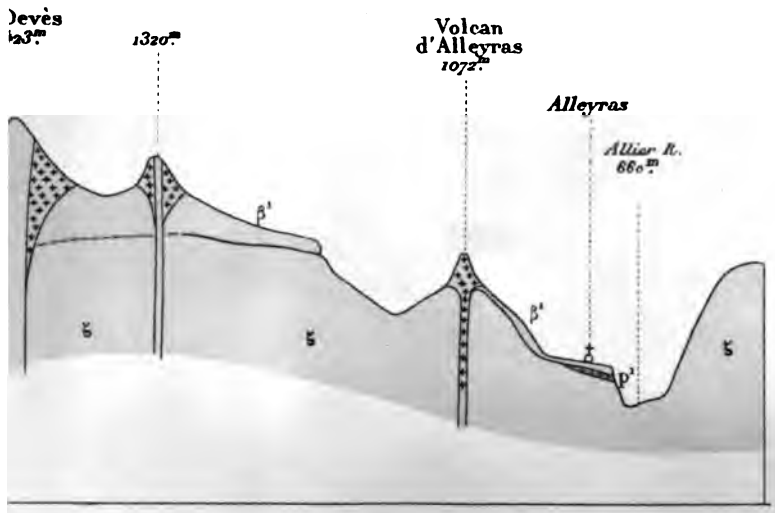
Mézenc.



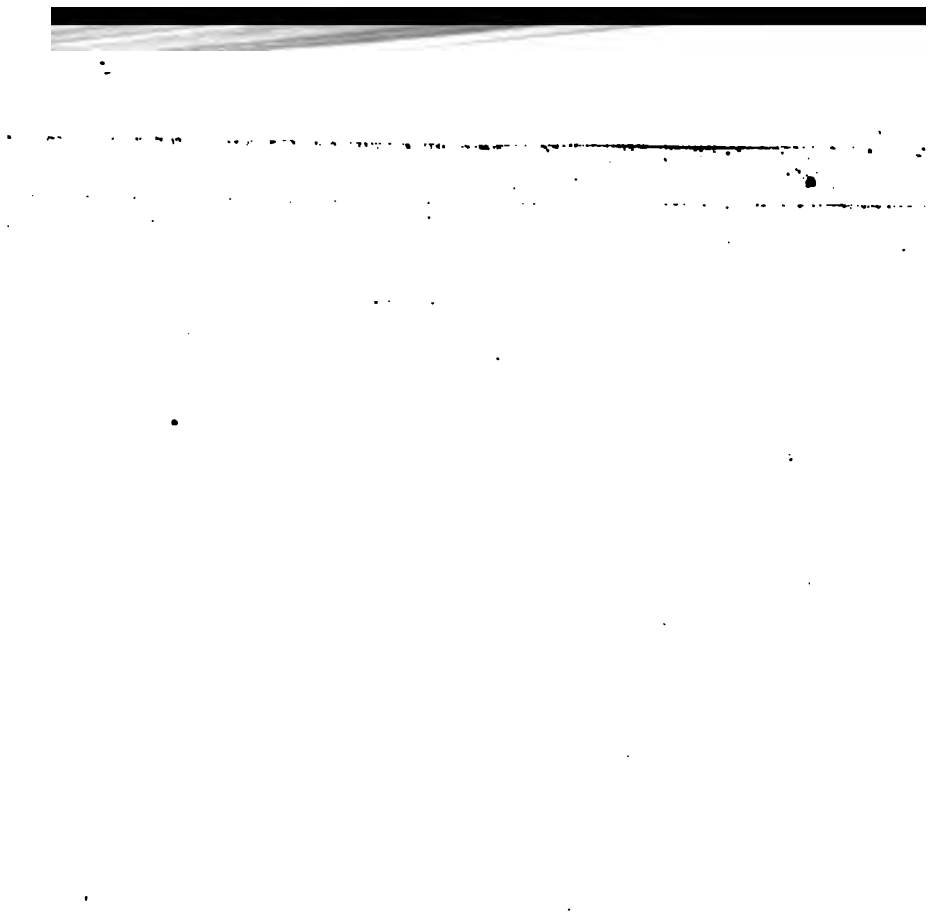
a¹ Alluvi
Sc Scories
β³ Basalt
β² Basalt
β¹ Basalt
p¹ Pliocè
p²β² Brèche
β² Basalt
p² Sables
p² Phon
τ,a Trach
α, Andé
λ Labr

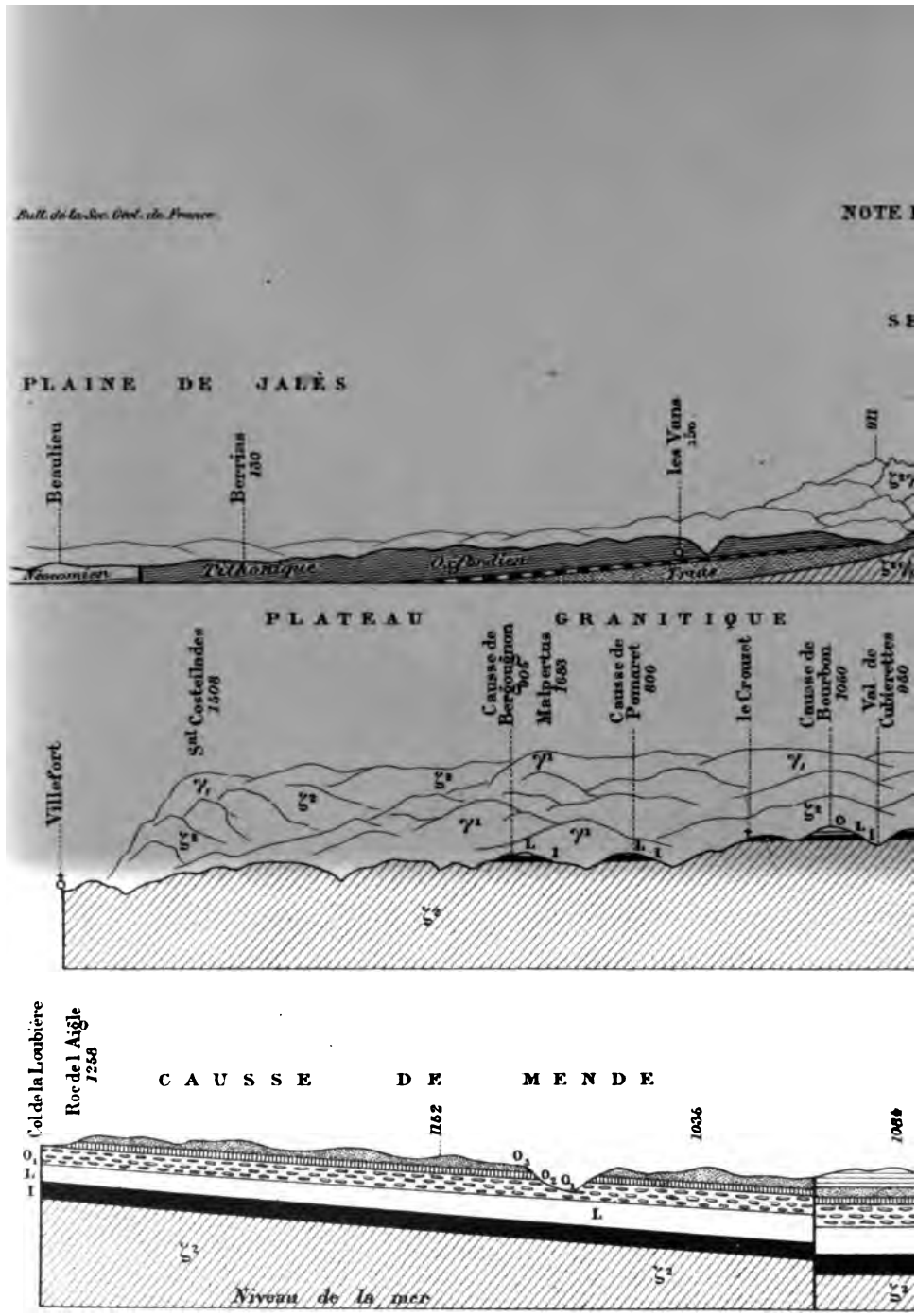
haîne du Velay

DEVÈS



β, Basa
τ,b Trach
β„ Basa
m Mioc
o, Oli
ξγ Gra
F Fau





Gravé chez L. Wuhrer, rue de l'Abbé de l'Epée 4.

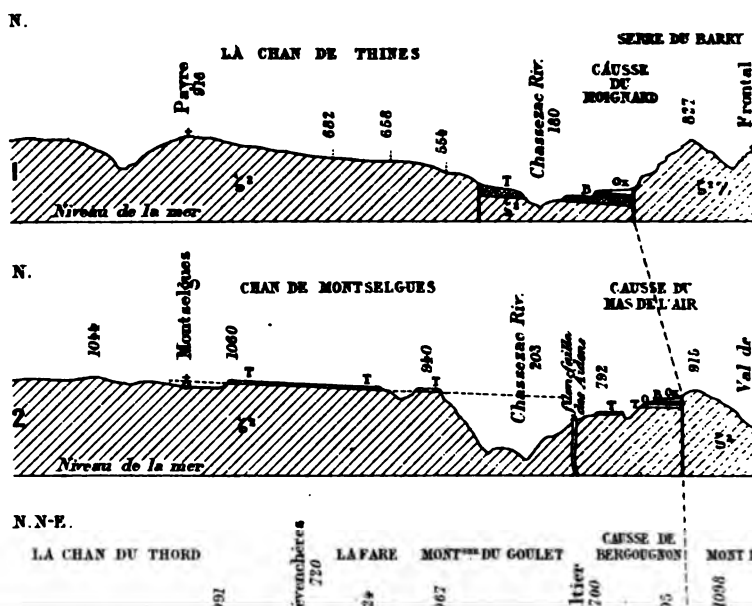
COUPES PERPENDICULAIRES À LA FAILLE DU MONT LOZÈRE

Echelle des longueurs $\frac{1}{100.000}$. Hauteurs doubles.

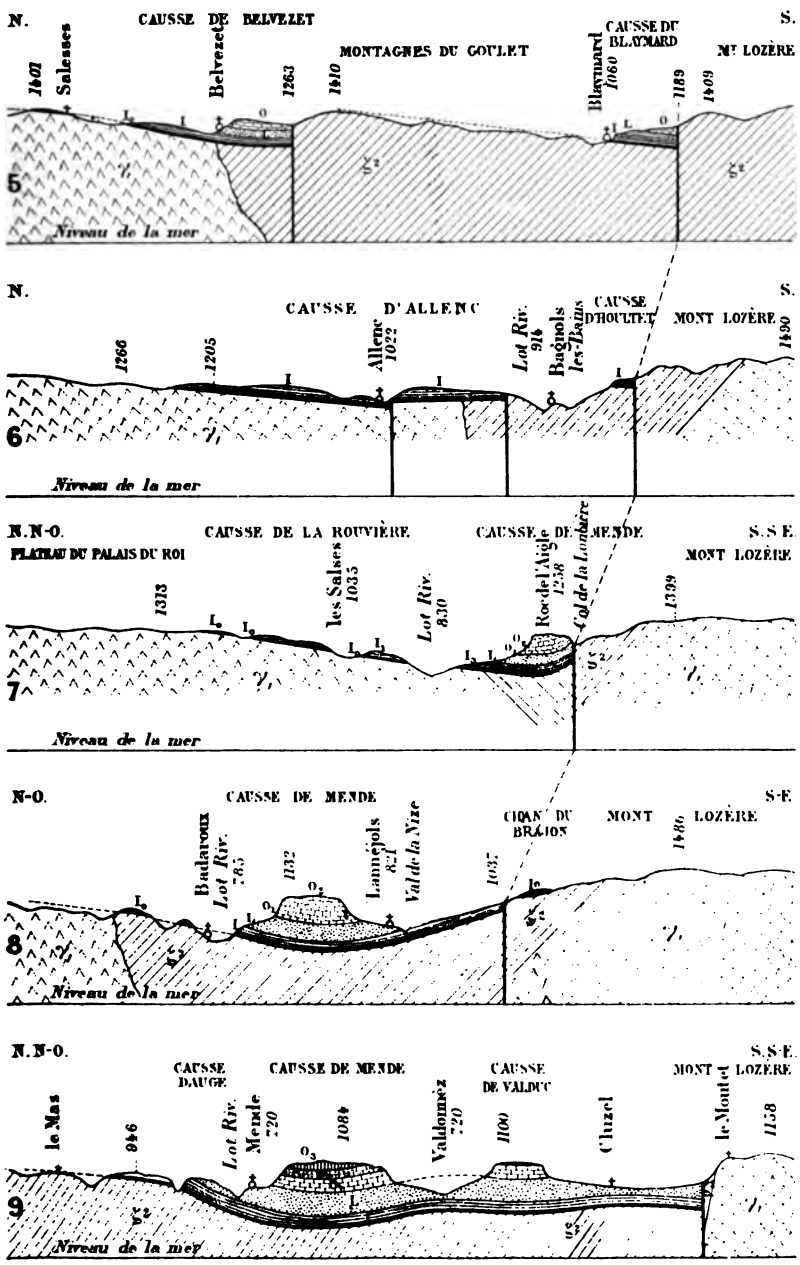
Nota : *La série des coupes de droite* (5-9) *fait suite à celle de gauche.*

LÉGENDE

Ox	*Callovien. Oxfordien.*	O_1	*Calcaires à Fucoïdes.*	I_1	*Calc. à Am. planorb*
B	*Bathonien.*	L	*Lias.*	I_0	*Rhétien.*
O_3	*Dolomie bajocienne.*	I_3	*Calcaires blancs.*	γ_1	*Granite.*
O_2	*Calcaires à entroques.*	I_2	*Calcaires capucin.*	σ^2	*Schistes cristallins*
				σ^1	*Gneiss.*



[redacted]


N.
CAUSSE DE BELVEZET
S.
Salesses
1407
Belvezet
1263
1410
MONTAGNES DU GOULET
CAUSSE DU BLAYMARD
Blaymard
1060
1189
1409
Mt LOZÈRE
5
Niveau de la mer
N.
CAUSSE D'ALLENC
S.
1266
1205
Allenc
1022
Lot Riv.
914
Bagnols les Bains
CAUSSE D'HOULTET
MONT LOZÈRE
1490
6
Niveau de la mer
N.N-O.
CAUSSE DE LA ROUVIÈRE
CAUSSE DE MENDE
S.S.E.
PLATEAU DU PALAIS DU ROI
MONT LOZÈRE
1313
les Salses
1035
Lot Riv.
830
Roc de l'Aigle
1238
Val de la Lozière
1339
7
Niveau de la mer
N-O.
CAUSSE DE MENDE
S-E.
Badaroux
Lot Riv.
785
1132
Lanuéjols
821
Val de la Nize
CIRQUE DU BRAION
1037
MONT LOZÈRE
1486
8
Niveau de la mer
N.N-O.
S.S-E.
CAUSSE DAUGE
CAUSSE DE MENDE
CAUSSE DE VALDUC
MONT LOZÈRE
le Mas
946
Lot Riv.
Mende
720
1084
Valdonnez
720
1100
Cluzel
le Moutet
1138
9
Niveau de la mer

Bull. de la Soc. Géol. de France.

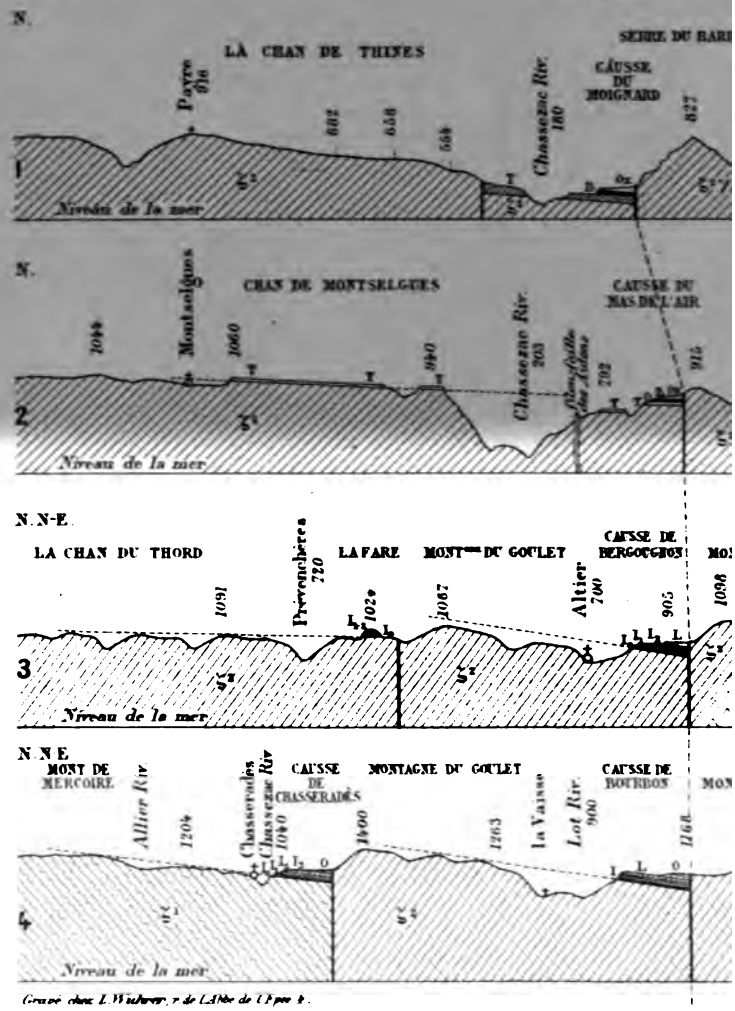
COUPES PERPENDICULAIRES À LA FAILLE DU MONT LOZÈRE

Echelle des longueurs $\frac{1}{100.000}$. Hauteurs doubles.

Note : *La série des coupes de droite (5-8) fait suite à celle de gauche.*

LÉGENDE

Ox	*Callovien. Oxfordien.*	O_1	*Calcaires à Fucoïdes.*	I_1	*Calc. à Am. plan*
B	*Bathonien.*	L	*Lias.*	I_2	*Rhétien.*
O_3	*Dolomie hypérienne.*	I_1	*Calcaires blancs.*	γ_1	*Granite.*
O_2	*Calcaires à entroques.*	I_2	*Calcaires capucin.*	γ_2	*Schistes cristalli*
				γ_3	*Gneiss.*



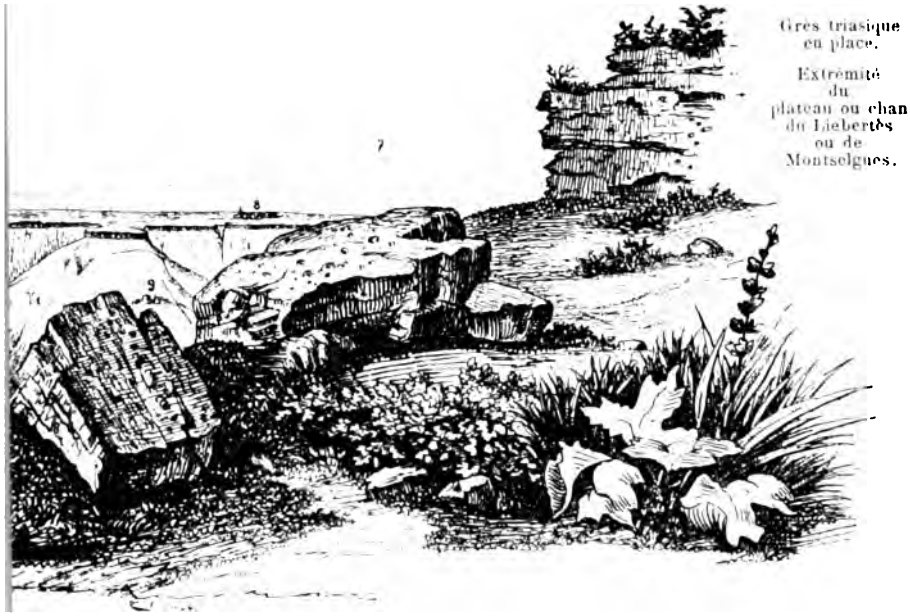
Gravé chez L. Wuhrer, r. de l'Abbé de l'Epée 4.

A. Serre de Grospierre (Néocomien).
B. Les Vans (150m).
C. Gras du Coucou (Oxfordien).
D. Serre du Barry.
E. Le Folcheran.
F. Causse du Moign
(430m)
(calcaire jurassiq

SUD-EST

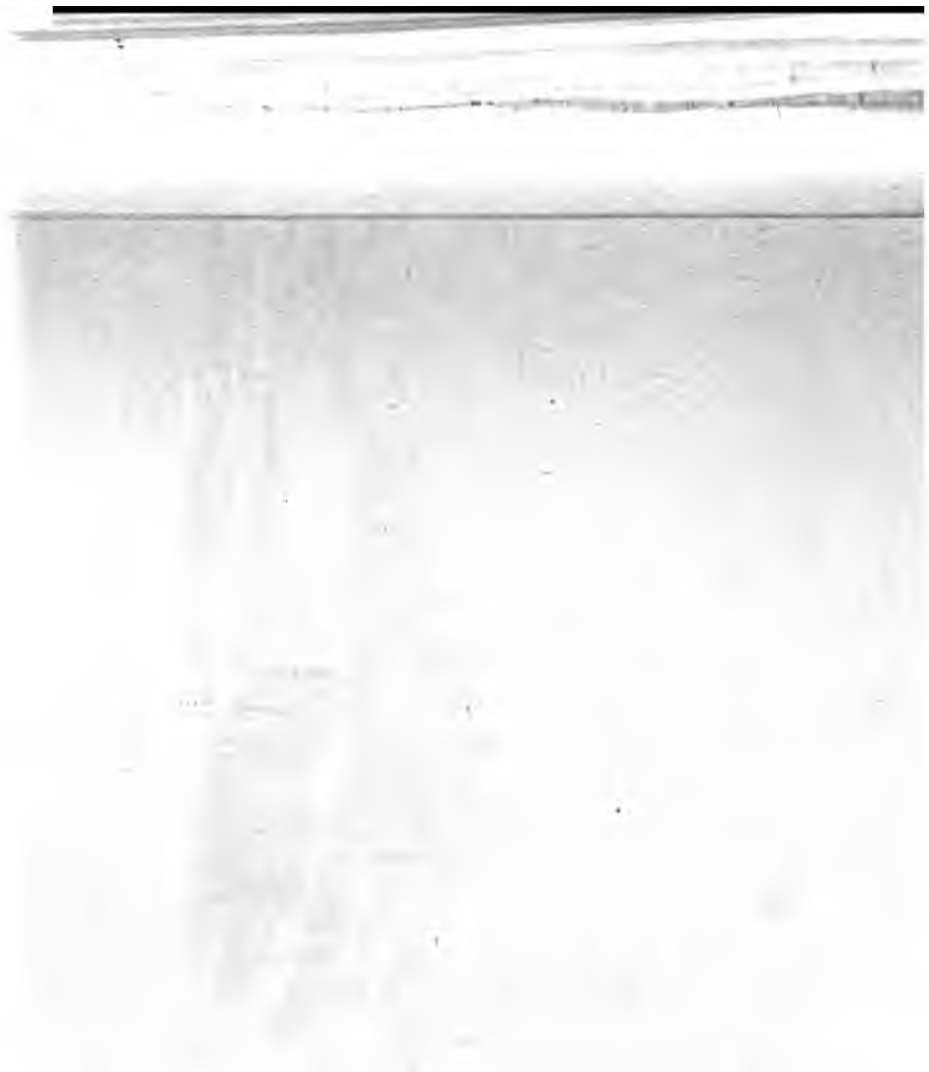
ζ^2 Schistes micacés et séri
$\zeta^2\gamma_1$ Gneiss œillé formant la
γ_1 Granite (massif de la B

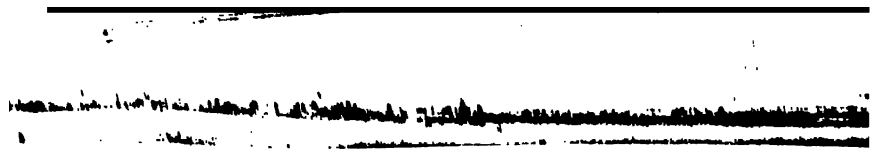
'le Borne.
: Conzes 1251m.
: de Malaval.
gne du Goulet 1450e
le la Fare (1024e
caire jurassique).
3. Causse de Chasseradès 1130e.
calcaire jurassique).
6. Gorge du Chassezac.
7. Montagnes de Mercoire 1470e Gneiss.
8. Plateau de la Chan du Roure 960e Trias.
9. Planchamp supe, hameau.

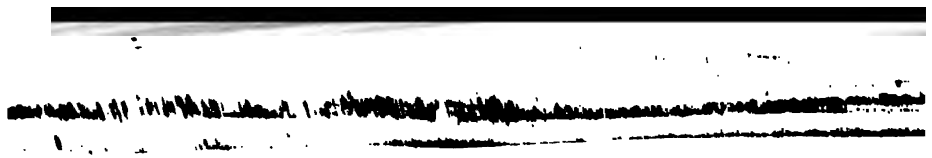


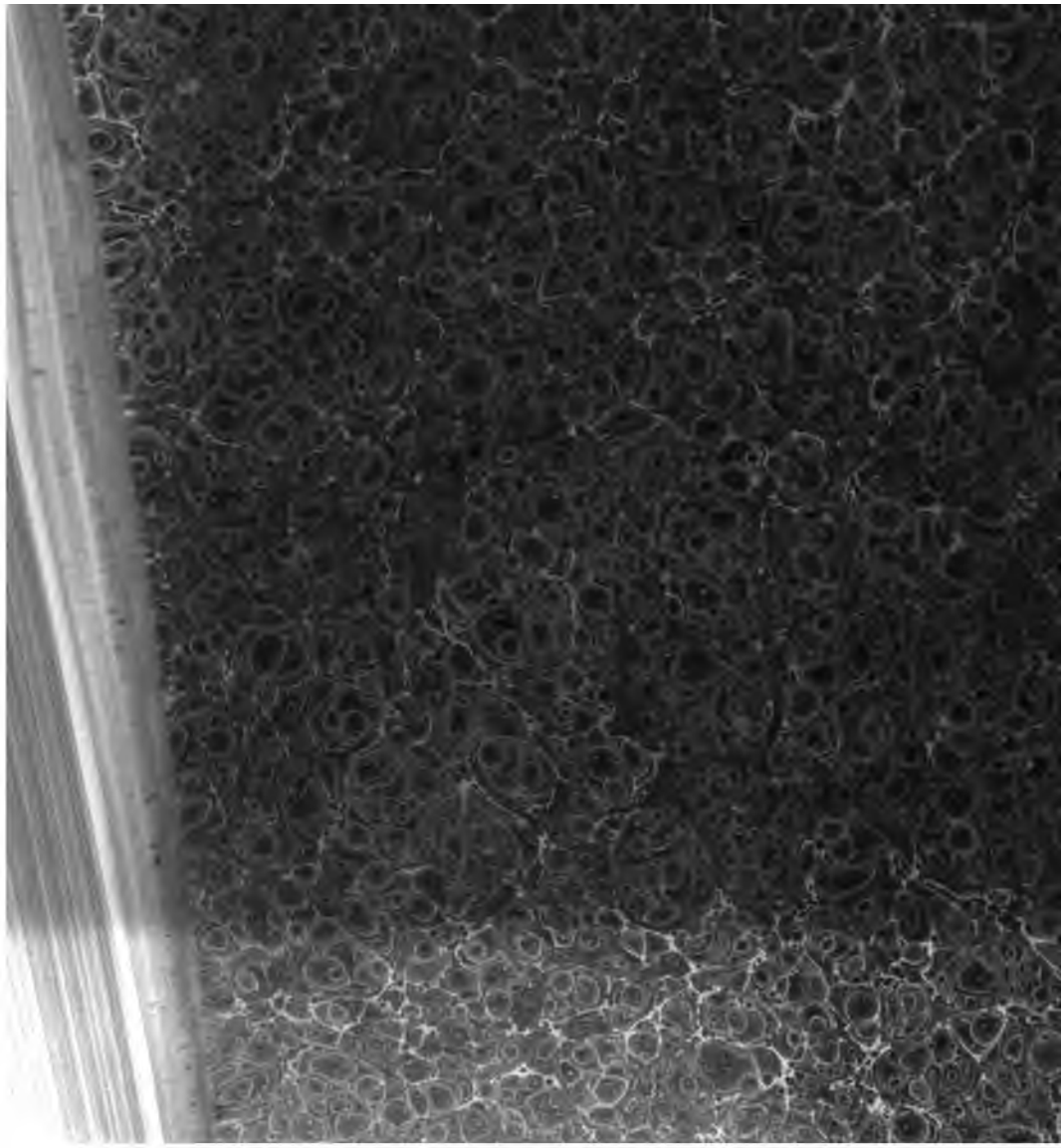
NORD OUEST

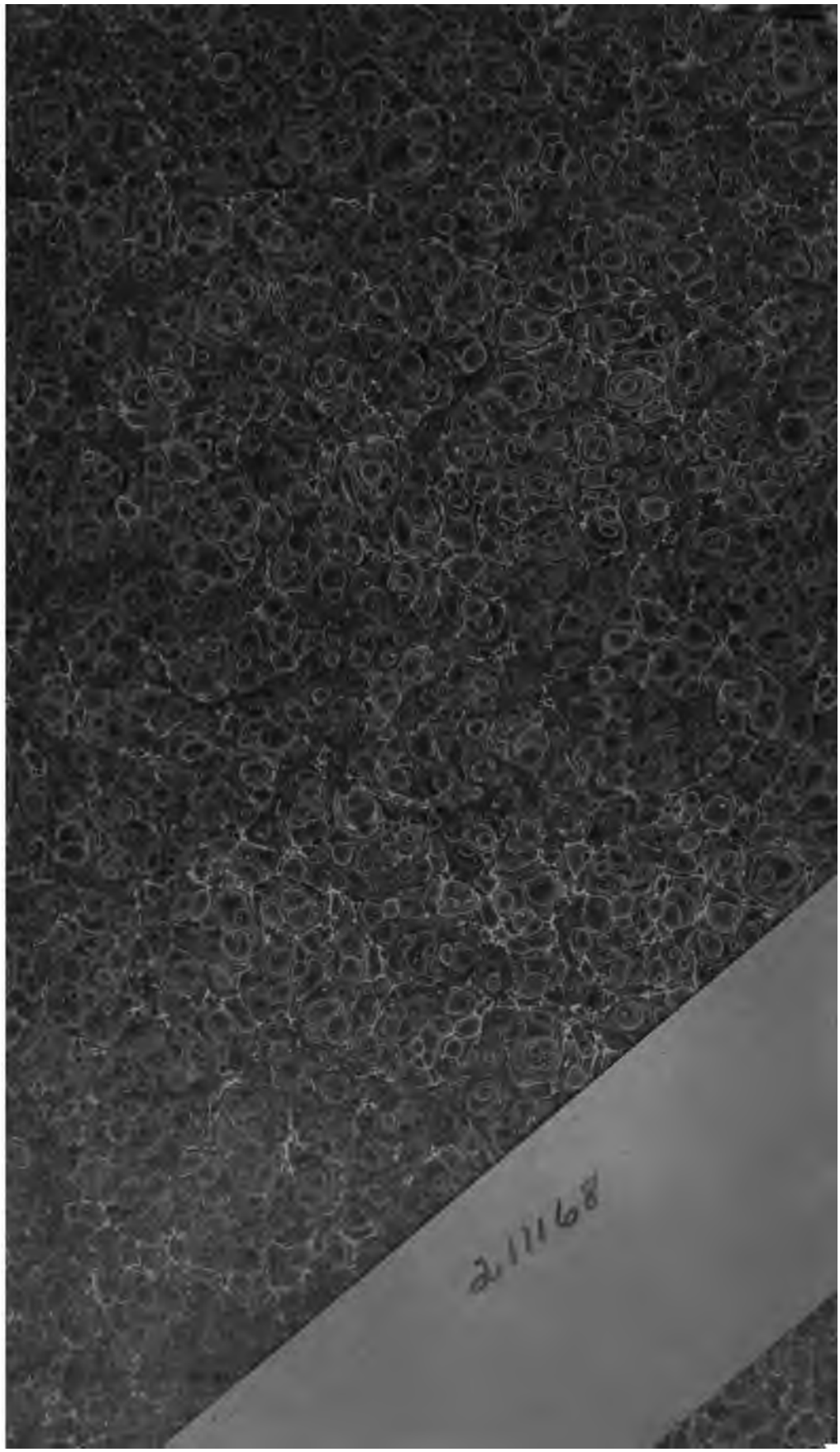
Dessiné d'après nature par M. G. Fabre, septembre 1893.










2/11/68